

SIRKKA-LIISA MARKKANEN, JOUKO SAASTAMOINEN JA ONNI HEIKKINEN (toim.)

OULUJÄRVEN VESIENSUOJELUN YLEISSUUNNITELMA

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS
KAINUUN VESI- JA YMPÄRISTÖPIIRI
Helsinki 1993

164

SIRKKA-LIISA MARKKANEN, JOUKO SAASTAMOINEN JA ONNI HEIKKINEN (toim.)

OULUJÄRVEN VESIENSUOJELUN YLEISSUUNNITELMA

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS
KAINUUN VESI- JA YMPÄRISTÖPIIRI
Helsinki 1993

Etukannen kuvat: Oulujärven Ärjänsaari (iso kuva). Vesinäytteen ottoa (pieni kuva).
Kuvat: Antti Ylitalo

Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA koskevat tilaukset:
Painatuskeskus Oy, PL 516, 00101 Helsinki
puh. (90) 566 0266

ISBN 951-47-8407-3
ISSN 0786-9592

HELSINKI 1993

Julkaisija

Vesi- ja ympäristöhallitus ja

Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri

Julkaisun päivämäärä

Joulukuu 1993

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)

Oulujärven vesiensuojelun suunnittelutyöryhmä

Onni Heikkinen (puheenjohtaja), Jouko Saastamoinen (sihteeri)

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)

Oulujärven vesiensuojelun yleissuunnitelma

(Generalplan för Ule träskvattenskydd)

Julkaisun laji

Yleissuunnitelma

Toimeksiantaja

Toimielimen asettamispvm

Julkaisun osat

Tiivistelmä

Oulujärvi on Oulujoen vesistön matalahko keskusjärvi. Järven pinta-ala on 928 km² ja siihen laskee kaksi suurta reittivesistöä ja useita pieniä jokia. Oulujärvi on voimataloutta varten säännöstelty ja siihen on vuoteen 1982 saakka kohdistunut sulfiittisellu- ja paperitehtaan jätevesikuormitus. Nykyisin tärkeimmät kuormittajat ovat maa- ja metsätalous, paperitehdas, asutus ja laskeuma.

Suunnitelmassa tarkastellaan Oulujärven tilaa, siihen kohdistuvaa kuormitusta ja vesistön käyttöön liittyviä ongelmia. Kuormituksen ja veden laadun välisen yhteyden arvioinnissa käytetään kolmidimensionaalista virtaus- ja vedenlaatumallia.

Vesiensuojelulliseksi tavoitteeksi suunnitelmassa esitetään vaativan virkistyskäytön ja matkailun edellyttämä järven tila. Toimenpidesuosituksia arvioidaan vertaamalla eri toimenpiteiden vaikutuksia niiden kustannuksiin. Edullisimmin järven tilaa voidaan parantaa vähentämällä maa- ja metsätalouden sekä haja-asutuksen ravinnekuormitusta. Hajakuormituksen vähentämisen lisäksi suositellaan toimenpiteitä säännöstelyn ja uiton aiheuttamien haittojen poistamiseksi.

Vesiensuojelusuunnitelman tavoitteena on Oulujärven tilan säilyminen vaatimaan virkistyskäyttöön ja matkailuun sopivana.

Asiasanat (avainsanat)

Vesiensuojelu, vesistön käytön suunnittelu, vesistön kuormitus, hajakuormitus, jätevesikuormitus, virkistyskäyttö, Oulujärvi

Muut tiedot

Sarjan nimi ja numero

Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja
-sarja A 164

ISBN

951-47-8407-3

ISSN

0786-9592

Kokonaissivumäärä

128

Kieli

Suomi

Hinta

Luottamuksellisuus

Julkinen

Jakaja

Painatuskeskus Oy
PL 516, 00101 Helsinki

Kustantaja

Vesi- ja ympäristöhallitus
PL 250, 00101 Helsinki

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare
Vatten- och miljöstyrelsen och
Kainuu vatten- och miljödistrikt

Utgivningsdatum
December 1993

Författare (uppgifter om organet: namn, ordförande, sekreterare)
Planeringsgruppen av vattenskyddet av Ule träsk (ordförande Onni Heikkinen, sekreterare Jouko Saastamoinen)

Publikation (även den finska titeln)
Generalplan för Ule träsk vattenskydd
(Oulujärven vesiensuojelun yleissuunnitelma)

| | | |
|---------------------------|-----------------------|---|
| <i>Typ av publikation</i> | <i>Uppdragsgivare</i> | <i>Datum för tillsättandet av organet</i> |
| Generalplan | | |

Publikationens delar

Referat

Ule träsk är den relativt grunda centrala sjön i Ule älvs vattendrag. Sjöns areal är 928 km² och i den utmynnar två stora stråtar och flera små åar. Vattenivån i Ule träsk är reglerad för kraftproduktion och ända till år 1982 belastades sjön av spillvatten från en sulfittcellulosa- och pappersfabrik. För närvarande är de viktigaste belastarna jord- och skogbruk, en pappersfabrik, bosättning och nedfall.

I planen behandlas tillståndet i Ule träsk, den belastning som sjön utsätts för och problemen i anslutning till användningen av vattendraget. För att uppskatta förhållandet mellan belastningen och vattenkvaliteten används en tredimensionell strömmings- och vattenkvalitetsmodell.

Som mål vattenskyddet framförs i planen ett sådant tillstånd hos sjön som förutsätts av krävande fritidsbruk och turism. Åtgärdsrekommendationerna värderas genom att jämföra effekterna och kostnaderna av olika åtgärder. Det fördelaktigaste sättet att förbättra sjöns tillstånd är att minska belastningen med närsalter från jord- och skogbruket samt från spridd bebyggelse. Förutom minskande av den diffusa belastningen rekommenderas åtgärder för att avlägsna de skadliga effekterna av reglering och flottning.

Vattenskyddsplanen mål är att bibehålla tillståndet i Ule träsk lämpligt för krävande rekreationsbruk och turism.

Sakord (nyckelord)

Vattenskydd, planering av vattenanvändning, belastning av vattendrag, diffus belastning, avfallsvattensbelastning, rekreationsbruk, Ule träsk.

Övriga uppgifter

| | | |
|---|---|----------------------|
| <i>Seriens namn och nummer</i> | <i>ISBN</i> | <i>ISSN</i> |
| Vatten- och miljöstyrelsens publikationer -serie A 164 | 951-47-8407-3 | 0786-9592 |
| <i>Sidantal</i> | <i>Språk</i> | <i>Pris</i> |
| 128 | Finska | |
| <i>Distribution</i> | <i>Förlag</i> | <i>Sekretessgrad</i> |
| Tryckericentralen Ab PB 516, 00101 Helsingfors | Vatten- och miljöstyrelsen PB 250, 00101 Helsingfors | Offentlig |

DOCUMENTATION PAGE

Published by
National Board of Waters and the Environment and
Kainuu Water and Environment District

Data of publication
December 1993

Author(s)

The Planning group of the water protection of Lake Oulujärvi (chairman Onni Heikkinen, secretary Jouko Saastamoinen)

Title of publication

The general plan for conservation of Lake Oulujärvi

Type of publication

General Plan

*Commissioned by**Parts of publication**Abstract*

Lake Oulujärvi is the central lake of the Oulujoki water system. This relatively shallow lake covers an area of 928 m², and two major waterways as well as several smaller rivers flow into it. Lake Oulujärvi is regulated for energy production purposes, and until the year 1982 it received the pollution load of the effluents from a sulphite pulp and paper mill. Today the most important polluters are forestry and agriculture, a paper mill, settlements and fallout.

The plan concentrates on the condition of the lake, the pollution load, and problems related to the use of the water system. The relationship between the load and water quality is studied by means of a three-dimensional flow and water quality model.

The water conservation target proposed in the plan is to maintain the quality level required by demanding recreational use and tourism. Action recommendations are evaluated by comparing the impact and cost of various measures. The most expedient way to improve the condition of the lake is to reduce the nutrient load from forestry, agriculture and dispersed settlement. In addition, in order to further reduce the diffuse source loading the plan suggests certain measures to eliminate the problems caused by water regulation and timber floating.

The target of the water protection plan is to maintain Lake Oulujärvi in a condition that enables the continuation of demanding recreational use and tourism.

Keywords

Water conservation, water protection, planning of water usage, loading of waterways, diffuse pollution, recreational use, Oulujärvi.

*Other information**Series (key title and no.)*

Publications by Water and Environment Administration
-series A 164

ISBN

951-47-8407-3

ISSN

0786-9592

Pages

128

Language

Finnish

*Price**Confidentiality*

Public

Distributed by

Painatuskeskus Oy
P.O.B. 516, 00101 Helsinki, Finland

Publisher

National Board of Waters and the Environment
P.O.B. 250, 00101 Helsinki, Finland

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| ALKUSANAT | 11 |
| 1 JOHDANTO | 12 |
| 2 SUUNNITTELUALUEEN YLEISKUVAUS | 12 |
| 2.1 Suunnittelualue ja sen rajausta | 12 |
| 2.2 Luonnonmaantieteelliset oloet | 12 |
| 2.3 Alueellinen rakenne | 14 |
| 3 PINTAVESIVARAT | 15 |
| 3.1 Yleiskuvaus | 15 |
| 3.2 Virtaamat | 16 |
| 3.2.1 Kajaaninjoen virtaamat | 17 |
| 3.3 Vedenkorkeudet ja säännöstely | 18 |
| 3.4 Oulujärven virtaukset | 20 |
| 3.4.1 Virtaus jääpeitteen aikana | 20 |
| 3.4.2 Virtaus avoveden aikana | 20 |
| 3.5 Syvyysuhteet | 21 |
| 4 KUORMITTAJAT, KUORMITUS SEKÄ NIIDEN VESIENSUOJELUN NYKYTILA JA KEHITYS | 21 |
| 4.1 Teollisuuden jätevedet | 23 |
| 4.1.1 Yhtyneet Paperitehtaat Oy | 23 |
| 4.1.1.1 Kuormitus | 25 |
| 4.1.1.2 Vesiensuojelutoimenpiteet, niiden kehitys ja vaikutus kuormitukseen | 28 |
| 4.1.2 Pohjan Sellu | 30 |
| 4.1.2.1 Kuormitus | 31 |
| 4.1.2.2 Suunnitellut vesiensuojelutoimenpiteet | 31 |
| 4.1.3 Rautaruukki Oy, Otanmäen kaivos (Otanmäen vaunutehdas) | 32 |
| 4.1.3.1 Jätevesien muodostuminen ja käsittely | 33 |
| 4.1.3.2 Kuormitus | 33 |
| 4.2 Asumajätevedet | 33 |
| 4.2.1 Kajaanin kaupunki | 33 |
| 4.2.1.1 Kuormitus | 33 |
| 4.2.1.2 Vesiensuojelutoimenpiteet | 35 |
| 4.2.2 Vuolijoen kunta | 37 |
| 4.2.2.1 Kirkonkylä | 37 |
| 4.2.2.2 Otanmäen taajama | 37 |
| 4.2.3 Paltamon kunta | 38 |
| 4.2.3.1 Kirkonkylän kaava-alue | 38 |
| 4.2.3.2 Kontiomäki | 39 |
| 4.2.4 Pienpuhdistamot | 39 |
| 4.3 Kalankasvatus | 40 |
| 4.4 Turvetuotanto | 41 |
| 4.5 Hajakuormitus | 42 |
| 4.5.1 Oulujärven alue | 42 |
| 4.5.1.1 Sokajärvi | 42 |

| | | |
|---------|--|----|
| 4.5.1.2 | Jormuanlahti | 43 |
| 4.5.1.3 | Mieslahti | 43 |
| 4.5.1.4 | Varislahti | 43 |
| 4.5.1.5 | Jaalanganlahti | 43 |
| 4.5.1.6 | Painuanlahti | 43 |
| 4.5.1.7 | Käkilahti | 43 |
| 4.5.1.8 | Vuottolahti | 45 |
| 4.5.2 | Oulujärven yläpuolinen valuma-alue..... | 45 |
| 4.6 | Ilman kautta tuleva laskeuma | 45 |
| 4.7 | Muu kuormitus | 46 |
| 4.7.1 | Hulevedet | 46 |
| 4.7.2 | Kaatopaikat | 46 |
| 4.8 | Yhteenveto kuormituksesta | 47 |
| 5 | VESISTÖJEN TILA | 49 |
| 5.1 | Taustatietoja | 49 |
| 5.2 | Veden fysikaalis-kemiallinen laatu | 50 |
| 5.2.1 | Nykytila | 50 |
| 5.2.1.1 | Kajaaninjoki | 50 |
| 5.2.1.2 | Kiehimäjoki | 50 |
| 5.2.1.3 | Oulujärvi | 50 |
| 5.2.1.4 | Sokajärvi | 56 |
| 5.2.2 | Veden laadun kehitys | 56 |
| 5.3 | Minimiravinne | 63 |
| 5.4 | Rehevyystaso | 63 |
| 5.4.1 | Nykytila | 64 |
| 5.4.2 | A-klorofyllipitoisuuden kehitys 1980-luvulla..... | 66 |
| 5.5 | Veden hygieeninen laatu | 69 |
| 5.6 | Rannat | 69 |
| 5.7 | Sedimentti | 70 |
| 5.8 | Jäämäaineiden kertyminen eliöstöön | 71 |
| 5.9 | Vesistön käyttökelpoisuus | 74 |
| 6 | KUORMITUKSEN JA VEDEN LAADUN VÄLINEN YHTEYS | 74 |
| 6.1 | Mallin esittely | 75 |
| 6.2 | Kuormituksen vaikutus Oulujärven veden laatuun | 77 |
| 7 | VESISTÖN KÄYTTÖ JA SIIHEN LIITTYVÄT ONGELMAT..... | 82 |
| 7.1 | Vedenhankinta | 82 |
| 7.2 | Jätevesien johtaminen ja muu kuormitus | 84 |
| 7.3 | Vesivoiman tuotanto ja säännöstely | 85 |
| 7.4 | Uitto ja puun vesivarastointi | 87 |
| 7.5 | Liikenne | 88 |
| 7.5.1 | Vesiliikenne | 88 |
| 7.5.2 | Oulujärven ylitystie | 91 |
| 7.6 | Kalastus | 92 |
| 7.6.1 | Vesialueiden omistus, kalastuskunnat ja kalastusalue | 92 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| 7.6.2 | Oulujärven kalastus | 92 |
| 7.6.2.1 | Virkistys- ja kotitarvekalastus | 92 |
| 7.6.2.2 | Ammattimainen kalastus | 93 |
| 7.6.2.3 | Saaliit | 93 |
| 7.6.3 | Kalakantojen hoito..... | 94 |
| 7.7 | Virkistyskäyttö ja matkailu | 95 |
| 7.8 | Suojelukäyttö | 100 |
| 8 | VESIENSUOJELULLISET TAVOITTEET | 101 |
| 8.1 | Vaihtoehtojen kuvaukset | 101 |
| 8.1.1 | Nykytila | 101 |
| 8.1.2 | Vaativan virkistyskäytön ja matkailun edellyttämä tila | 102 |
| 8.1.3 | Lähes luonnontila | 103 |
| 9 | TOIMENPIDEMAHDOLLISUUDET | 103 |
| 9.1 | Kuormituksen vähentämismahdollisuudet | 103 |
| 9.1.1 | Teollisuus | 103 |
| 9.1.2 | Taajamat | 105 |
| 9.1.3 | Haja-asutus | 106 |
| 9.1.4 | Kalankasvatus | 107 |
| 9.1.5 | Maatalous | 108 |
| 9.1.6 | Turvetuotanto | 109 |
| 9.1.7 | Metsätalous | 110 |
| 9.1.8 | Kaatopaikat | 111 |
| 9.2 | Veden laadun parantaminen muuttamalla virtaamia | 111 |
| 9.3 | Kalastuksen vaikutus vesistön tuotantotasoon..... | 112 |
| 9.4 | Vesistöön kohdistuvat toimenpiteet | 112 |
| 9.4.1 | Rantojen kunnostus | 112 |
| 9.4.2 | Sokajärven kunnostus | 113 |
| 9.5 | Vesiensuojelutoimenpiteiden kustannukset | 114 |
| 9.6 | Yhteenveto toimenpidemahdollisuuksista ja keinoista Oulujärven vesiensuojelun kehittämiseksi | 117 |
| 9.6.1 | Toimenpiteiden vaikutukset Oulujärven fosforitaseeseen..... | 117 |
| 9.6.2 | Toteuttamismahdollisuudet ja vastuutahot | 118 |
| 10 | TOIMENPIDESUOSITUKSET | 120 |
| 10.1 | Teollisuus | 121 |
| 10.2 | Yhdyskunnat | 121 |
| 10.3 | Haja-asutus | 122 |
| 10.4 | Maatalous | 122 |
| 10.5 | Turvetuotanto | 123 |
| 10.6 | Kalanviljely ja kalankasvatus | 124 |
| 10.7 | Metsätalous | 124 |
| 10.8 | Muut toimenpiteet | 124 |
| 10.9 | Toimenpiteiden kiireellisyys | 125 |
| KIRJALLISUUS | | 127 |

ALKUSANAT

Vesihallitus on 20.5.1980 hyväksymässään sekä 14.9.1983 ja 20.9.1985 tarkistamis-
saan Oulujoen vesistön vesienkäytön kokonaissuunnitelman toimenpidesuosituksissa
todennut, että Kajaanin aluetta varten tulee laatia vesiensuojelun yleissuunnitelma.
Suunnitelman tarpeellisuus on koettu myös käytännössä mm. jätevesilupien käsittelys-
sä, Sokajärven kunnostuksen suunnittelussa sekä alueen väestön odotuksina.

Vesiensuojelusuunnitelman laatimiseksi perustettiin työryhmä, joka koostuu vesi- ja
ympäristöhallinnon edustajista. Työryhmän kokoonpano on seuraava:

vanh. ins. Onni Heikkinen,
Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri

ylitarkastaja Elina Rautalahti-Miettinen,
Vesi- ja ympäristöhallitus

ylitarkastaja Sirkka-Liisa Markkanen,
Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri

tarkastaja Jouko Saastamoinen,
Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri

Vesiviranomaisten johdolla tehtävä vesiensuojelun suunnittelu tulee toteuttaa yhteis-
työssä eri intressitahojen ja likaajien kesken. Tämän vuoksi perustettiin 6.6.1986 neu-
vottelukunta, johon kutsuttiin edustajat 25 eri yhteisöstä.

Neuvottelukunnan puheenjohtajaksi valittiin Kainuun vesi- ja ympäristöpiirin johtaja
Seppo Moilanen ja sihteeriksi vanhempi insinööri Onni Heikkinen. Suunnittelijana on
toiminut FK Kari Kainua Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimistosta.

Suunnittelua ohjaamaan kutsutun neuvottelukunnan kokouksessa päätettiin laajentaa
suunnittelualueeksi koko Kajaanin kaupungin alue. Suunnitelmaa laativa konsultti sai
perusselvitysojan luonnoksen valmiiksi v. 1987 alussa ja luonnoksen käsittely aloitettiin
työryhmässä. Pohjois-Pohjanmaan Seutukaavaliiton (1986) tekemän puuvaraselvityksen
pohjalta aloitettiin kuitenkin samoihin aikoihin suunnitella uuden sellutehtaan
rakentamista Oulun lääniin. Aluksi tehtaan sijaintipaikkaa haettiin läänin eteläosasta,
mutta vähitellen Kajaanin kaupunki nousi yhä todennäköisemmäksi sijaintipaikaksi.
Mahdollinen sellutehtaan rakentaminen suunnittelualueelle muutti suunnittelun lähtö-
kohtia siinä määrin, että työryhmässä päätettiin odottaa päätös sellutehtaan sijainti-
paikasta ja jatkaa suunnittelua vasta tämän jälkeen. Tammikuussa 1988 Pohjan Sellun
hallitus teki periaatepäätöksen rakentaa uusi sellutehdas Kajaanin kaupungin alueelle.
Suunnittelua tekevässä työryhmässä päätettiin korjata luonnosta muuttuneita olosuhteita
vastaavaksi sekä laajentaa suunnittelualuetta siten, että se kattaa koko Oulujärven,
Paltajärven, Kajaaninjoen alaosan sekä Sokajärven. Samalla suunnitelman nimeksi
muutettiin Oulujärven vesiensuojelun yleissuunnitelma ja neuvottelukuntaa laajennettiin
siten, että siihen kutsuttiin kaikki Oulujärven alueen vesialueiden omistajat, kalastus-
alueen edustus sekä kunnat ja ympäristönsuojelulautakunnat.

1 JOHDANTO

"Kainuun mereksi" kutsuttu Oulujärvi on maamme viidenneksi suurin järvi. Jätevesistä johtuvia haittoja on ilmennyt lähinnä Kajaaninjoessa, Paltan- ja Sokajärvellä sekä Paltan- ja Sälän länsiosassa. Järvi on ollut vuodesta 1951 säännöstelty.

Oulujärven vesiensuojelun yleissuunnitelmaa pidetään tarpeellisenä mm. seuraavista syistä:

- on tarpeen saada yhteenveto tehdyistä selvityksistä
- suunnittelualueen runsas käyttäjäkunta haluaa tietoja alueen parantamis- mahdollisuuksista
- suunnitelma on tarpeen uuden sellutehtaan jätevesilupahakemuksen käsittelyssä sekä Kajaani Oy:n ja Kajaanin kaupungin jätevesilupien uusintakäsittelyssä.
- on nähty tarpeelliseksi selvittää säännöstelyn ja jätevesien yhteisvaikutukset
- Sokajärven kunnostusmahdollisuuksista tulee saada selvä kuva

Suunnitelmassa tarkastellaan yleisesti kaikkia vesialueeseen vaikuttavia toimintoja, joskin toiminnan merkitys sanelee pitkälti, mitä asioita tarkastellaan perusteellisesti ja mitä voidaan jättää maininnan varaan. Lähtökohtana suunnittelussa pidetään vaihtoehtoisia vesistöjen tilatavoitteita, jotka arvioidaan käyttötarpeiden ja ongelmien perusteella. Tilatavoitteiden pohjalta määritetään sallittavat kuormitukset ja valitaan suositeltava vaihtoehto.

2 SUUNNITTELUALUEEN YLEISKUVAUS

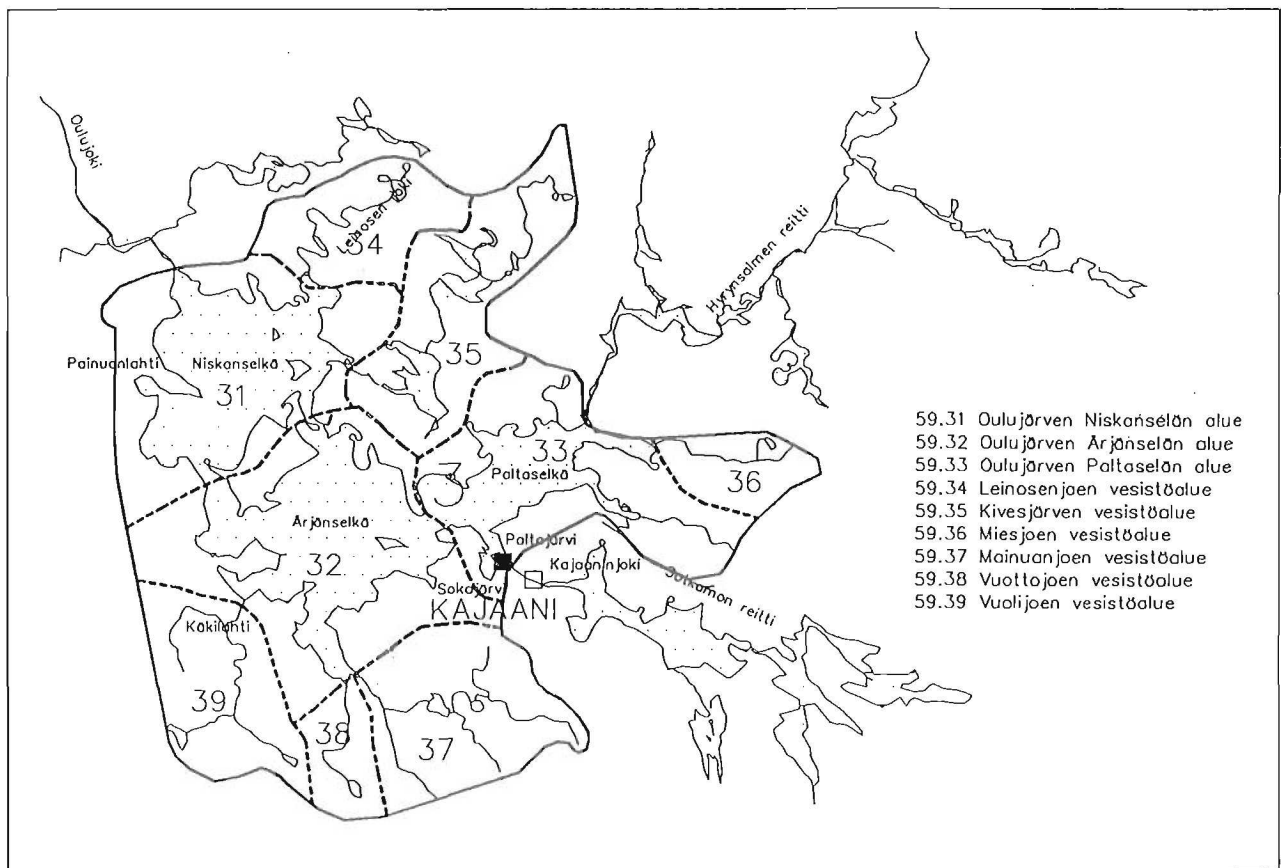
2.1 Suunnittelualue ja sen rajaus

Suunnittelualueena on Oulujärvi ympäristöineen eli vesistöalue 59.3 (osavesistöalueet 59.31 – 59.39, kuva 1). Paltajärvi, Sokajärvi ja Kajaaninjoen alaosa kuuluvat suunnittelualueeseen. Suunnittelualueen vesistöjä 59.34 – 59.39 käsitellään vain siinä laajuudessa kuin on tarpeen Oulujärveen kohdistuvan kuormituksen arvioimiseksi. Hyrynsalmen ja Sotkamon reitit eivät kuulu suunnittelualueeseen.

Varsinainen suunnittelualue sijaitsee Kajaanin kaupungin sekä Paltamon, Vaalan ja Vuolijoen kuntien alueella.

2.2 Luonnonmaantieteelliset olosuhteet

Oulujärven altaan alueen kallioperä jakautuu karkeasti ottaen kolmeen vyöhykkeeseen: lännessä on Itä-Suomen graniitti-gneissialue, keskellä graniittivyöhyke ja idässä Kainuun liuskevyöhyke (Simonen 1980). Liuskevyöhykkeessä tavataan ravinteikkaita kalkkipitoisia kivilajeja, muutoin kallioperä muodostuu karuista syväkivilajeista.



Kuva 1. Suunnittelualue.

Kallioperä on lähes kauttaaltaan irtainten maalajien verhoama. Alueen yleisin mineraalimaalaji on moreeni, joka esiintyy pohjamooreenina tai mannerjään liikesuunnan mukaisina drumliineina, jotka muodostavat järven kareja tai niemiä. Alueella on myös kaksi jäätikön sulamisvesitoiminnan kerrostamaa harjua, joista toinen kulkee järven poikki Säräisniemeltä Manamansalon kautta Paltaniemelle, toinen sijaitsee Vaalan ja Kankarin välillä (Sauramo 1927). Pinnanmuodoltaan alue on varsin vaihtelevaa. Suurimmat korkeuserot tavataan liuskejakson alueella. Vaarojen lakiosissa esiintyy ns. vedenkoskemattomia ravinnerikkaita maita, muuten moreenimaat ovat karuja.

Maankuoren kohoaminen on järvioltaan alueella epätasaista siten, että se on nopeinta Vaalan kurkun tienoilla (Kääriäinen 1966). Ero järven länsi- ja itäosan välillä on noin yksi millimetri vuodessa. Maankohoamisen epätasaisuudesta johtuen on järven vedenpinta jatkuvasti nousussa.

Suunnittelualan kunnissa on peltoa noin 17 000 ha, josta viljelyksessä on noin 11 500 ha. Suota maa-alasta on noin 23 %. Suolunnon puolesta Kainuu kuuluu Pohjanmaan aapasuovyöhykkeeseen. Suotyypit ovat yleensä karuja räme - nevatyyppisiä, mutta vaara-alueella esiintyy myös pieniä reheviä soita. Metsämaata Kainuussa on noin 80 % maa-alasta. Vaara-alueella valtaapää on kuusi, muualla metsät ovat pääasiassa mäntyvaltaisia. Runsasravinteisimmilla vaara-alueilla esiintyy myös lehtomaisia metsiä.

Ilmastoa voidaan pitää Suomen oloissa jokseenkin mantereisena. Vuoden keskilämpötila on $+1,9^{\circ}\text{C}$ ja terminen kasvukausi 140 - 150 vrk. Vuoden keskisadanta on pitkäaikaisten hydrologisten havaintojen mukaan noin 600 mm. Keskimääräinen vuosivalunta on noin 350 mm. Lumen kevättalvinen vesi-arvo on noin 150 mm. Pysyvä jääpeite tulee Oulujärven yleensä marraskuun alussa ja jäät lähtevät toukokuun loppupuolella.

Avovesikaudella tuuli aiheuttaa huomattavaa vaihtelua Oulujärven virtauksiin. Vuosina 1937 – 1978 on vallitseva tuulensuunta Kajaanissa tehtyjen mittausten mukaan ollut avoveden aikana pääasiassa etelän ja lännen suunnalta (Ilmatieteen laitos 1976:32).

Mikroilmastolliset vaihtelut ovat huomattavia varsinkin vaara-alueilla. Suotuisa mikroilmasto toisaalta vaarojen lakipaikoilla ja toisaalta vesistöjen varsilla on osaltaan vaikuttanut viljelysten ja asutuksen sijoittumiseen.

2.3 Alueellinen rakenne

Suunnittelualueeseen kuuluvissa kunnissa on asukkaita kaikkiaan noin 51 000, joista taajamissa asuu noin 80 %. Kajaanin kaupungin osuus koko väestöstä on lähes 70 %. Maaltamuuton seurauksena väestö keskittyy yhä selvemmin taajamiin ja maaseutu- väestön määrä vähenee. Vuoteen 2000 kokonaisväkilukumäärän arvioidaan kasvavan 53 000:een. Väestön kehitystä suunnittelualueen kunnissa vuosina 1970 –1980 ja suunnitteet vuoteen 2000 on esitetty taulukossa 1 (Kainuun Seutukaavaliitto 1984). Osa kuntien alueesta jää suunnittelualueen ulkopuolelle.

Taulukko 1. Suunnittelualueen kuntien taajama- ja maaseutuväestö vuosina 1970 – 1990 ja suunnite vuodelle 2000 (Kainuun Liitto 1991).

| Kunta | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 2000 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kajaani | 29405 | 31725 | 34574 | 36020 | 36428 | 37090 |
| taajama | 22703 | 28500 | 29400 | 29454 | 32310 | – |
| maaseutu | 6702 | 3225 | 5174 | 6566 | 4118 | – |
| Paltamo | 6156 | 5710 | 5474 | 5307 | 5056 | 4870 |
| taajama | 1830 | 2200 | 2350 | 2721 | 2689 | – |
| maaseutu | 4326 | 3510 | 3124 | 2586 | 2367 | – |
| Vaala | 6073 | 5210 | 4846 | 4667 | 4498 | 4400 |
| taajama | 1627 | 1500 | 1450 | 1693 | 1935 | – |
| maaseutu | 4446 | 3710 | 3396 | 2974 | 2563 | – |
| Vuolijoki | 4056 | 3655 | 3442 | 3396 | 3149 | 3100 |
| taajama | 1689 | 1750 | 1750 | 1890 | 1736 | – |
| maaseutu | 2367 | 1905 | 1692 | 1506 | 1413 | – |
| Yhteensä | 45690 | 46300 | 48336 | 49390 | 49131 | 49460 |
| taajama | 27849 | 33950 | 34950 | 35758 | 38670 | – |
| maaseutu | 17841 | 12350 | 13386 | 13632 | 10461 | – |

Asukastiheys on Kainuun alueella pieni, vain noin 4 as./km².

Elinkeinorakenteessa oleellisena kehityssuuntana on maa- ja metsätalouden eli alkutuotannon voimakas vähentyminen ja vastaavasti palvelujen voimakas kasvu (taulukko 2). Elinkeinorakenteen muutos selittää myös väestön muutoksia, sillä palvelujen toimipaikat sijaitsevat taajamissa. Suunnittelualueen taajamien ammatissa toimivasta väestöstä toimi 1970 palvelualalla 48 % ja 1980 58 %. Vastaavasti alkutuotannossa toimivien osuus oli laskenut 22 %:sta 12 %:iin (taulukko 2).

Taulukko 2. Suunnittelualueen kuntien ammatissa toimiva väestö elinkeinoittain vuosina 1987 – 1990 ja suunnitteet vuosille 1995 ja 2000 (Kainuun Liitto 1990).

| Kunta | 1987 | | | 1990 | | | 1995 | | | 2000 | | |
|-----------|-------------------|---------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|
| | Alku- tuotanto | Jalos- tus | Pal- velut | Alku- tuotanto | Jalos- tus | Pal- velut | Alku- tuotanto | Jalos- tus | Pal- velut | Alku- tuotanto | Jalos- tus | Pal- velut |
| Kajaani | 521 | 4398 | 11051 | 475 | 4189 | 11913 | 436 | 4233 | 16994 | 372 | 4229 | 13098 |
| Paltamo | 422 | 614 | 964 | 385 | 584 | 1022 | 353 | 589 | 1048 | 328 | 589 | 1103 |
| Vaala | 496 | 309 | 953 | 452 | 294 | 1021 | 415 | 296 | 1054 | 386 | 296 | 1113 |
| Vuolijoki | 185 | 870 | 434 | 169 | 846 | 467 | 155 | 866 | 486 | 144 | 865 | 514 |
| Yhteensä | 1624 | 6191 | 13402 | 1481 | 5913 | 14423 | 1359 | 5984 | 19582 | 1230 | 5979 | 15828 |

Sisäasiainministeriö vahvisti Kainuun virkistys- ja suojelualueita koskevan seutukaavan (vaihekaava 1) huhtikuussa 1980. Toinen taajama-, teollisuus-, loma-asutus-, liikenne- ja erityistoimintojen alueet sekä retkeilyreitit käsittävä vaihekaava hyväksyttiin liittovaltuustossa lokakuussa 1982 ja vahvistettiin osittain ympäristöministeriössä 3.11.1983. Kaava on valitusten vuoksi vielä osittain vahvistamatta.

Kainuun seutukaavaliiton liittovaltuusto on 15.10.1984 hyväksynyt järjestyksessä jo toisen kokonaissuunnitelman (Kainuun seutusuunnitelma – kokonaissuunnitelma 1984 – 1995).

Kajaanin kaupungin keskustan alueiden yleiskaava 2000 on laadittu ensimmäisen asteen yleiskaavana, jota ei ole alistettu sisäasiainministeriön vahvistettavaksi. Yleiskaava toimii osayleiskaavojen, asemakaavojen, rantakaavojen sekä muun maankäytön perustana. Yleiskaavan kaupunginvaltuusto hyväksyi 1982.

3 PINTAVESIVARAT

3.1 Yleiskuvaus

Kajaanin itäpuolelta tulevat Sotkamon reitin vedet laskevat kaupungin halki virtaavaa Kajaaninjokea pitkin kahden voimalaitoksen kautta Paltajärveen ja edelleen Oulujärveen. Koillisosan vedet kulkeutuvat Oulujärven keskusaltaaseen Hyrynsalmen reittiä pitkin.

Oulujärvi ja siihen laskevat reitit ovat säännöstelyalaisia vesialueita.

Oulujärven pysyvä virtaus (päävirtaus) aiheutuu järven läpivirtauksesta. Tulovirtaama Oulujärven itäosaan (Paltaselkä) koostuu lähinnä Koivukosken ja Leppikosken

voimalaitosten juoksutuksista, ja tämä vesimäärä kulkee Toukansalmen kautta kohti länsiosassa sijaitsevaa Jylhämän voimalaitosta. Sotkamon ja Hyrynsalmen reittien lisäksi tulee suunnittelualueelle vesiä useiden pienten jokien kautta (Leinosenjoki, Varisjoki, Miesjoki, Pohjajoki, Mainuanjoki, Vuottojoki, Vuolijoki, Vuoresjoki) (katso kuva 1).

3.2 Virtaamat

Valtakunnallisia hydrologian toimiston virtaamamittausasemia on Kiehimänjoessa (Leppikoski), Kajaaninjoessa (Koivukoski) ja Oulujärven luusuassa (Jylhämä). Hydrologian vuosikirjan mukaan havaintopaikkojen hydrologiset suuret ovat (Vesihallitus 1983):

Koivukoski
(1961–1985)
(Sotkamon reitti)

$F = 7535 \text{ km}^2$
 $L = 11,7 \%$

Kuukausi-
keskiarvot

| | |
|------|-----------------------|
| I | 92 m ³ /s |
| II | 95 m ³ /s |
| III | 88 m ³ /s |
| IV | 82 m ³ /s |
| V | 114 m ³ /s |
| VI | 98 m ³ /s |
| VII | 95 m ³ /s |
| VIII | 102 m ³ /s |
| IX | 84 m ³ /s |
| X | 70 m ³ /s |
| XI | 83 m ³ /s |
| XII | 91 m ³ /s |

Keski- ja ääriarvot

| | |
|-------|-----------------------|
| MQ = | 91 m ³ /s |
| HQ = | 395 m ³ /s |
| MHQ = | 216 m ³ /s |
| MNQ = | 21 m ³ /s |
| NQ = | 0 m ³ /s |

Leppikoski
(1963–1985)
(Hyrynsalmen reitti)

$F = 8635 \text{ km}^2$
 $L = 7,5 \%$

Kuukausi-
keskiarvot

| | |
|------|-----------------------|
| I | 100 m ³ /s |
| II | 102 m ³ /s |
| III | 97 m ³ /s |
| IV | 80 m ³ /s |
| V | 202 m ³ /s |
| VI | 102 m ³ /s |
| VII | 74 m ³ /s |
| VIII | 80 m ³ /s |
| IX | 100 m ³ /s |
| X | 105 m ³ /s |
| XI | 115 m ³ /s |
| XII | 100 m ³ /s |

Keski- ja ääriarvot

| | |
|-------|-----------------------|
| MQ = | 105 m ³ /s |
| HQ = | 590 m ³ /s |
| MHQ = | 410 m ³ /s |
| MNQ = | 1,8 m ³ /s |
| NQ = | 0 m ³ /s |

Jylhämä
(1961–1985)
(Vaala)

$F = 19890 \text{ km}^2$
 $L = 12,7 \%$

Kuukausi-
keskiarvot

| | |
|------|-----------------------|
| I | 295 m ³ /s |
| II | 307 m ³ /s |
| III | 283 m ³ /s |
| IV | 198 m ³ /s |
| V | 122 m ³ /s |
| VI | 159 m ³ /s |
| VII | 148 m ³ /s |
| VIII | 218 m ³ /s |
| IX | 231 m ³ /s |
| X | 206 m ³ /s |
| XI | 245 m ³ /s |
| XII | 269 m ³ /s |

Keski- ja ääriarvot

| | |
|-------|-----------------------|
| MQ = | 223 m ³ /s |
| HQ = | 700 m ³ /s |
| MHQ = | 469 m ³ /s |
| MNQ = | 31 m ³ /s |
| NQ = | 0 m ³ /s |

Säännöstelystä johtuen virtaamat ovat melko tasaisia läpi vuoden, mutta hetkelliset alivirtaamat ovat 0 m³/s.

Oulujärven valuma-alueen suuruus on ilman Sotkamon ja Hyrynsalmen reittejä 3720 km². Kun Oulujärven pinta-ala on 928 km², varsinaista lähivaluma-aluetta on (noin) 2792 km². Valuma-arvolla 11 l/s km² lähivaluma-alueelta tulee lisävettä keskimäärin 31 m³/s, joka on noin 15 % luusuan keskivirtaamasta.

Oulujärveen laskevissa muissa joissa ei ole virtaamamittausasemia, mutta jokien virtaamaksi voidaan teoreettisesti arvioida:

| | Valuma- alue km ² | Järvi- syys % | MHQ m ³ /s | MQ m ³ /s | MNQ m ³ /s |
|--------------|---------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Liminpuro | 45 | 2,0 | 7,2 | 0,4 | 0,05 |
| Nimisjoki | 35 | 7,0 | 3,1 | 0,3 | 0,05 |
| Vuoresjoki | 34 | 0,0 | 6,1 | 0,3 | 0,05 |
| Vimpelinjoki | 16 | 0,0 | 2,5 | 0,15 | 0,02 |
| Pohjajoki | 86 | 1,0 | 15 | 0,8 | 0,1 |
| Leinosenjoki | 244 | 4,0 | 27 | 2,2 | 0,3 |
| Varisjoki | 429 | 12,7 | 20 | 3,9 | 1,2 |
| Miesjoki | 118 | 1,0 | 21 | 1,1 | 0,1 |
| Mainuanjoki | 363 | 1,6 | 47 | 3,2 | 0,4 |
| Vuottojoki | 90 | 1,0 | 15 | 0,8 | 0,1 |
| Vuolijoki | 290 | 1,3 | 39 | 2,6 | 0,3 |

3.2.1 Kajaaninjoen virtaamat

Kajaaninjoen jätevesikuormituksen vesistövaikutukset riippuvat merkittävästi joen virtaamatilanteesta, joten Kajaaninjoen virtaamia käsitellään seuraavassa hieman perusteellisemmin.

Vesistötoimikunnan 11.2.1960 antamien Sotkamon reitin säännöstelyä koskevan päätöksen mukaan Koivukosken voimalaitoksen ja padon aukkojen kautta on juoksutettava Rehjanselästä uittajan vaatiessa uittoaikana vettä yhteensä vähintään 35 m³/s, mikäli tämä on mahdollista alittamatta alimpia laivaliikenteen aikaisia vedenkorkeuksia. Koska uitto reitillä on loppunut, ei Koivukosken voimalaitoksella ole varsinaista minimijuoksutusvelvoitetta.

Vuosien 1980 – 1987 vuorokauden keskivirtaamien tilastollisia tunnuslukuja ja jakaantumista Kajaaninjoessa kuukausittain on esitetty taulukossa 3.

Koivukosken kuukausittaiset keskivirtaamat vaihtelivat välillä 70 – 127 m³/s. Pienimmillään kuukauden keskivirtaamat ovat olleet lokakuussa ja suurimmillaan toukokuussa. Kesä–elokuun keskivirtaama oli 102,6 m³/s. Havaintojakson suurin virtaama oli 395 m³/s ja pienin 0 m³/s. Kesäkuussa virtaama–havainnoista 61 % oli luokissa 52 – 129 m³/s, heinäkuussa 85 % luokissa 52 – 121 m³/s ja elokuussa 75 % luokissa 66 – 113 m³/s.

Vedenkorkeudet ovat alhaisimmillaan keväällä ja korkeimmillaan heinä – elokuussa. Kajaaninjoessa vedenpinta on noin 7 cm korkeammalla kuin Oulujärvessä.

Taulukko 3. Koivukosken vuosien 1980 – 1987 vuorokausivirtaamien tilastollisia tunnuslukuja kuukausittain esitettynä.

| | Kuukausi | | KA | Md | Min | Q ₁ | Q ₃ MaxN |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | m ³ /s | m ³ /s | m ³ /s | m ³ /s | m ³ /s | m ³ /s | kpl |
| Tammikuu | 100,96 | 107,0 | 26 | 102 | 110 | 113 | 248 |
| Helmikuu | 104,64 | 106,0 | 81 | 101 | 109 | 114 | 226 |
| Maaliskuu | 92,57 | 102,0 | 0 | 89 | 105 | 112 | 248 |
| Huhtikuu | 83,84 | 92,0 | 11 | 58 | 100 | 273 | 240 |
| Toukokuu | 127,69 | 101,5 | 0 | 72 | 187 | 307 | 248 |
| Kesäkuu | 107,07 | 90,5 | 12 | 62 | 109 | 395 | 240 |
| Heinäkuu | 103,63 | 95,0 | 16 | 75 | 106 | 364 | 248 |
| Elokuu | 97,23 | 101,0 | 41 | 83 | 107 | 277 | 248 |
| Syyskuu | 90,05 | 88,0 | 16 | 62 | 105 | 291 | 240 |
| Lokakuu | 69,89 | 78,5 | 9 | 41 | 102 | 143 | 248 |
| Marraskuu | 100,18 | 101,0 | 36 | 77 | 107 | 311 | 240 |
| Joulukuu | 103,09 | 106,0 | 15 | 96 | 109 | 290 | 248 |

KA = keskiarvo

Md = mediaani

Min = minimi

Q₁ = alakvartiili (havaintoarvo, jota pienempiä tai yhtäsuuria havaintoja on 25 %)

Q₃ = yläkvartiili (havaintoarvo, jota pienempiä tai yhtäsuuria havaintoarvoja on 75 %)

Max = maksimi

N = lukumäärä

3.3 Vedenkorkeudet ja säännöstely

Vedenkorkeuksia havainnoidaan Kajaaninjoessa Ämmäkosken voimalaitoksen alapuolella, Melalahdella, Manamansalossa, Vaalassa ja Vuottolahdella.

Oulujärveä ryhdyttiin säännöstelemään vesistötoimikunnan antaman väliaikaisen luvan turvin 1.11.1951. Oulujärven säännöstelyväli on 2,7 m ja säännöstelytilavuus 2343 milj.m³, josta vuosina 1965 – 1971 käytettiin 61 % (Vesihallitus 1986). Oulujärven säännöstely on ns. negatiivinen eli keskivedenkorkeutta on laskettu noin 0,3 metriä. Oulujärven luonnontilainen keskivesi oli v. 1921 – 1950 NN +122,53 ja 1981 –1990 +122,21. Säännöstelty vedenpinta saavuttaa luonnontilaisen korkeuden keskimäärin heinä–elokuun vaihteessa, minkä jälkeen sen taso laskee taas alle luonnontilaisen korkeuden keskimäärin joulukuussa (kuva 2).

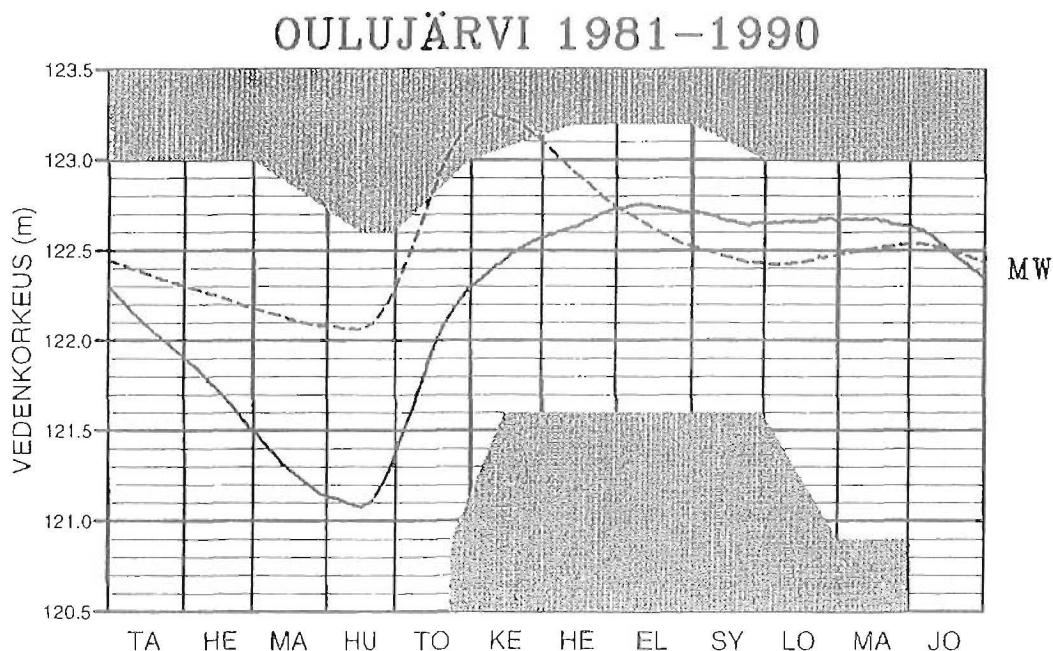
Epäedullisina vesivuosina säännöstelty vedenpinta voi olla koko vuoden noin 0,5 metriä alempana kuin luonnontilaisen järven pinta olisi ollut vastaavissa olosuhteissa. (Kts. taulukko 4).

Taulukko 4. Oulujärven vedenkorkeuden tunnuslukuja vuosilta 1981–1990

Oulujärvi
Vedenkorkeuden tunnuslukuja

| Vuosi | Palautettu | | | Vuosi | Havaittu | | |
|-------|------------|--------|--------|-------|----------|--------|--------|
| | NW | HW | MW | | NW | HW | MW |
| 1981 | 122,94 | 123,55 | 122,61 | 1981 | 120,54 | 123,13 | 122,13 |
| 1982 | 122,05 | 123,66 | 122,55 | 1982 | 121,07 | 122,88 | 122,21 |
| 1983 | 122,18 | 123,71 | 122,66 | 1983 | 121,08 | 122,97 | 122,30 |
| 1984 | 122,09 | 123,26 | 122,55 | 1984 | 120,89 | 122,93 | 122,08 |
| 1985 | 121,99 | 123,13 | 122,46 | 1985 | 121,41 | 122,92 | 122,36 |
| 1986 | 121,93 | 123,25 | 122,49 | 1986 | 121,08 | 123,00 | 122,25 |
| 1987 | 122,01 | 122,95 | 122,60 | 1987 | 121,06 | 123,05 | 122,26 |
| 1988 | 121,92 | 123,11 | 122,45 | 1988 | 120,92 | 122,85 | 122,12 |
| 1989 | 122,11 | 123,79 | 122,54 | 1989 | 120,76 | 122,83 | 122,20 |
| 1990 | 122,05 | 122,82 | 122,35 | 1990 | 121,31 | 122,74 | 122,18 |
| Ka | 122,13 | 123,32 | 122,53 | Ka | 121,01 | 122,93 | 122,21 |
| Max | 122,94 | 123,79 | 122,66 | Max | 121,41 | 123,13 | 122,36 |
| Min | 121,92 | 122,82 | 122,35 | Min | 120,54 | 122,74 | 122,08 |

| Vuosi | Palautettu 1.6.–31.8. | | | Vuosi | Havaittu 1.6.–31.8. | | |
|-------|-----------------------|--------|--------|-------|---------------------|--------|--------|
| | NW | HW | MW | | MW | HW | MW |
| 1981 | 122,90 | 123,55 | 123,29 | 1981 | 121,82 | 123,13 | 122,78 |
| 1982 | 122,46 | 123,66 | 123,06 | 1982 | 122,62 | 122,88 | 122,75 |
| 1983 | 122,47 | 123,71 | 123,11 | 1983 | 122,65 | 122,97 | 122,85 |
| 1984 | 122,36 | 123,24 | 122,77 | 1984 | 122,15 | 122,51 | 122,33 |
| 1985 | 122,41 | 123,13 | 122,79 | 1985 | 122,29 | 122,85 | 122,58 |
| 1986 | 122,34 | 123,25 | 122,81 | 1986 | 122,28 | 122,72 | 122,63 |
| 1987 | 122,76 | 122,94 | 122,88 | 1987 | 121,84 | 122,88 | 122,46 |
| 1988 | 122,62 | 123,11 | 122,87 | 1988 | 122,02 | 122,85 | 122,57 |
| 1989 | 122,36 | 123,73 | 122,96 | 1989 | 122,57 | 122,83 | 122,72 |
| 1990 | 122,46 | 122,80 | 122,58 | 1990 | 122,23 | 122,74 | 122,43 |
| Ka | 122,51 | 123,31 | 122,91 | Ka | 122,25 | 122,84 | 122,61 |
| Max | 122,90 | 123,73 | 123,29 | Max | 122,65 | 123,13 | 122,85 |
| Min | 122,34 | 122,80 | 122,58 | Min | 121,82 | 122,51 | 122,33 |



Kuva 2. Oulujärven keskimääräiset vedenkorkeudet luonnontilaisella ja säännöstelykaudella (Åman 1980). Kuvaan on merkitty myös säännöstelyrajat.

3.4 Oulujärven virtaukset

Järvialtaissa esiintyy säännöllisesti ominaisheilahduksia eli ns. seichejä. Heilahdukset saavat alkunsa yleensä säähäiriöistä ja voimakkaasta tuulesta, talvella lähinnä ilmanpainevaihteluista. Ne ilmenevät vedenpinnan korkeusmuutoksina, voimakkaimmin altaan molemmissa päissä ja aiheuttavat jaksollisia edestakaisia virtauksia, jotka ovat havaittavissa parhaiten kapeikoissa ja salmissa.

3.4.1 Virtaus jääpeitteen aikana

Talvella jääpeitteestä johtuen tuuli ei vaikuta Oulujärven virtauksiin. Toukansalmen virtaustutkimusten (Sarkkula ja Forsius 1976) mukaan Paltaselältä Toukansalmen kautta Ärjänselälle suuntautuvan virtauksen nopeus määräytyy pääasiassa Paltaselälle tulevan virtaaman perusteella, joka koostuu lähinnä Koivukosken ja Leppikosken voimalaitoksen juoksutuksista. Tulovirtaaman ollessa pieni ($< 50 \text{ m}^3/\text{s}$) syntyy Toukansalmen syvänteeseen hiljainen pintavirtaukselle vastakkainen virtaus.

3.4.2 Virtaus avoveden aikana

Avovesikaudella virtaukset määräytyvät pohjan muodon, vallitsevien tuulten, vedenpinnan vaihtelun ja tulovirtaamien perusteella. Tuuli vaikuttaa ratkaisevasti virtausten jakautumiseen. Sarkkulan ja Forsiuksen (1976) mittausten mukaan Toukansalmen virtaus on avovesikaudellakin Oulujärven läpivirtauksesta johtuen yleensä

suuntautunut Ärjänselälle. Altaiden ominaisheilahtelu pystyy kääntämään virtauksen suuntaa 2 – 3 tunniksi Paltaselälle päin. Ominaisheilahtelua merkittävämpi tekijä on tuuli, joka voi aiheuttaa useita vuorokausia kestäviä virtauksia Paltaselälle päin.

Tilanteet, joissa vesimassa avovesikaudella on selvästi kerrostunut, ovat Oulujärvessä yleensä lyhytaikaisia. Itätuuli kiihdyttää pintavirtausta Ärjänselälle ja aiheuttaa syvänteeseen vastakkaisen virtauksen Paltaselälle. Länsituuli hidastaa pintavirtausta ja kääntää myös syvänteen virtauksen Ärjänselälle päin (Sarkkula ja Forsius 1976).

Kuvassa 3 on esitetty vedenlaatumallilla lasketut virtauskentät avovesikaudella 0 – 2 m vesikerroksessa 4,0 m/s puhaltavassa kaakkoistuulitilanteessa.

3.5 Syvyyssuhteet

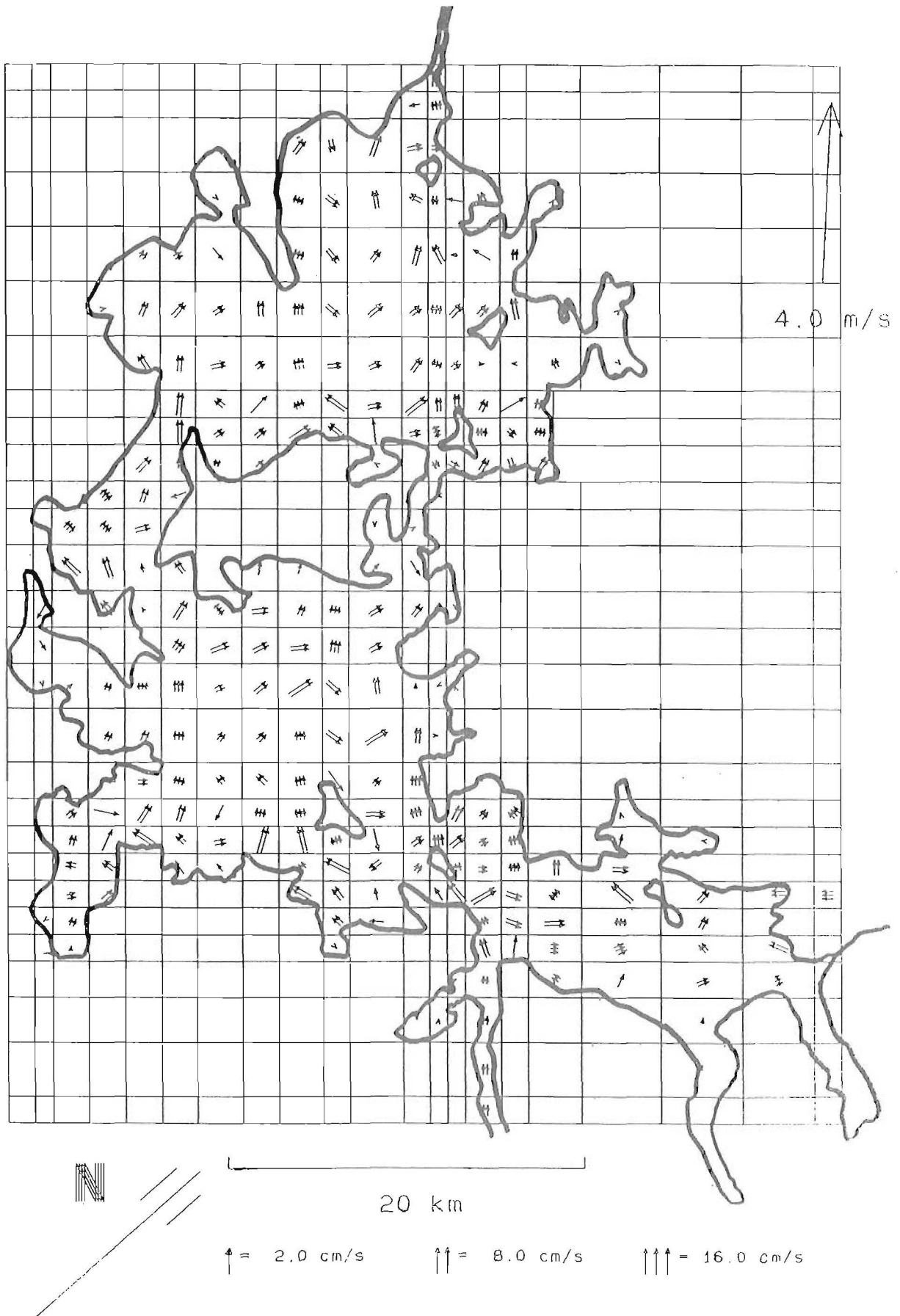
Koko Oulujärven pinta-ala on kesäkauden keskiveden aikana 928 km², säännöstelyn alarajalla 778 km² ja säännöstelyn ylärajalla 944 km² (Vesihallitus 1977). Järven tilavuus on Soka- ja Paltajärvi pois lukien 4978 milj. m³ vedenkorkeuden ollessa tasolla NN +122,30 m. Paltaselän tilavuus on noin viidennes koko Oulujärven tilavuudesta. Sokajärvi ja Paltajärvi ovat yhteensä vain 4 % Paltaselän tilavuudesta (taulukko 5).

4 KUORMITTAJAT, KUORMITUS SEKÄ NIIDEN VESIENSUOJELUN NYKYTILA JA KEHITYS

Suunnittelualan vesistöjen tilaan vaikuttavat seuraavat tekijät:

- teollisuus- ja asumajätevedet
- Oulujärven ja siihen laskevien vesistöjen säännöstely
- turvetuotanto
- hajakuormitus
 - haja-asutus (paikallinen asutus ja loma-asutus)
 - maatalous
 - metsätalous
- muusta ihmisen toiminnasta aiheutuva kuormitus (mm. kaatopaikat, hulevedet)
- laskeuma ilmasta
- luonnonhuhutouma

Pistekuormittajien sijainti ja jätevesien laskupaikat on esitetty kuvassa 4.



Kuva 3. Vedenlaatumallilla lasketut virtauskentät avovesikaudella 0 – 2 m vesikerroksessa 4,0 m/s puhaltavassa kaakkoistuulitilanteessa.

Taulukko 5. Oulujärven altaiden ilmoitetun syvyydestason alapuoliset tilavuudet (V milj. m³ ja % koko tilavuudesta) laskettuna tasosta 0 m = NN +122,30 m (Artman 1978).

| Syvyys- taso (m) | Paltaselkä | | Ärjänselkä | | Niskanselkä | |
|---------------------|------------|------|------------|-----|-------------|-----|
| | V | % | V | % | V | % |
| 0 | 989 | 100 | 2077 | 100 | 1912 | 100 |
| 3 | 605 | 61 | 1490 | 72 | 1130 | 59 |
| 7 | 290 | 29 | 935 | 45 | 600 | 31 |
| 11 | 146 | 15 | 460 | 22 | 275 | 14 |
| 15 | 58 | 5,9 | 205 | 9,9 | 108 | 5,6 |
| 19 | 24 | 2,4 | 92 | 4,4 | 30 | 1,6 |
| 23 | 7 | 0,7 | 34 | 1,6 | 5 | 0,3 |
| 27 | 0,4 | 0,04 | 4 | 0,2 | – | – |

| Syvyys- taso (m) | Sokajärvi | | Paltajärvi | |
|---------------------|-----------|-----|------------|-----|
| | V | % | V | % |
| 0 | 10,3 | 100 | 25 | 100 |
| 3 | 1,8 | 17 | 13 | 52 |
| 7 | 0,02 | 0,2 | 5,2 | 21 |
| 11 | – | – | 2,0 | 8,0 |
| 15 | – | – | 0,3 | 1,2 |
| 19 | – | – | – | – |
| 23 | – | – | – | – |
| 27 | – | – | – | – |

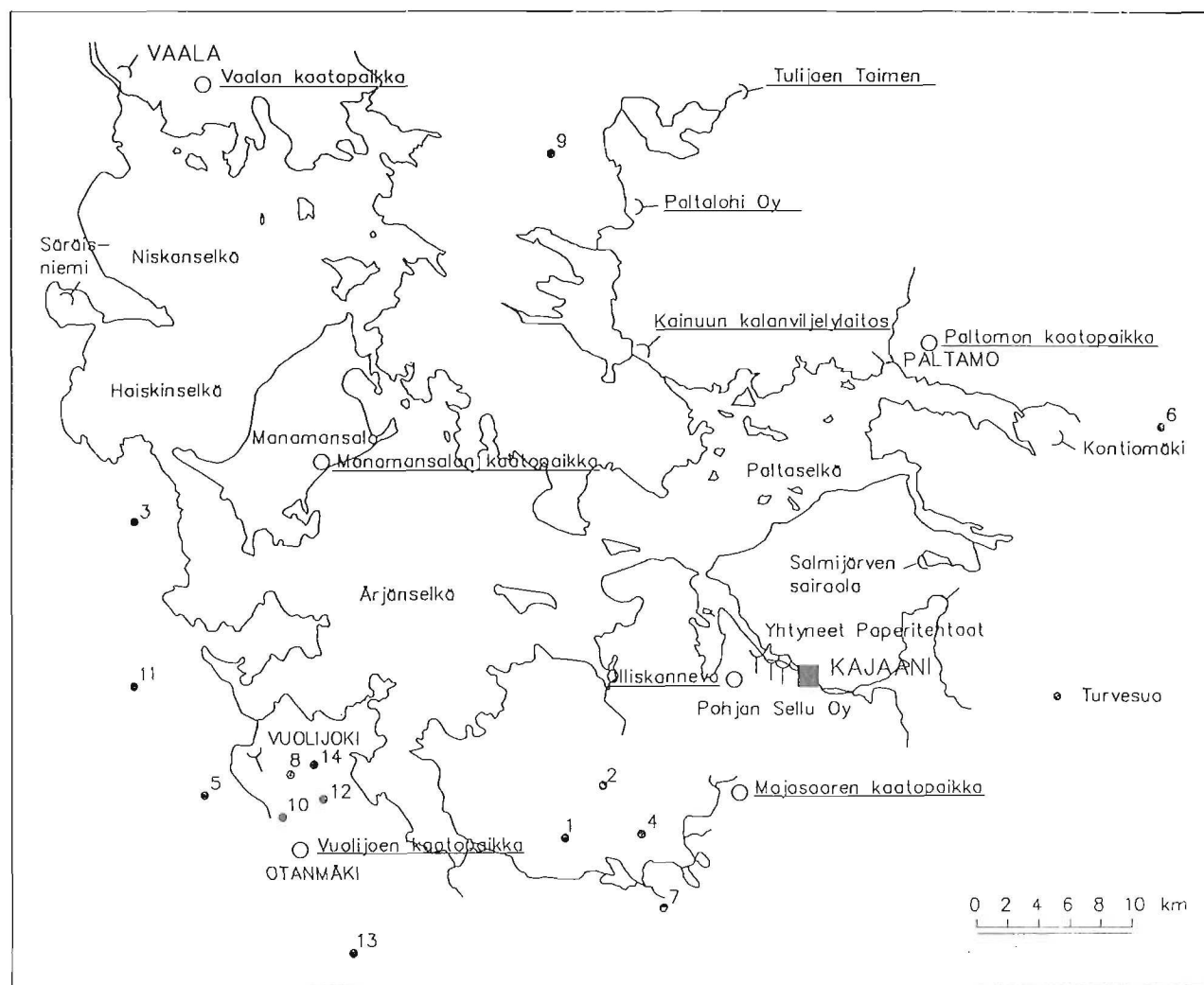
Koko Oulujärven teoreettinen viipymä on noin 270 vrk.

Paltajärven viipymä on noin 3 vrk ja Paltaselän noin 60 vrk.

4.1 Teollisuuden jätevedet

4.1.1 Yhtyneet Paperitehtaat Oy

Yhtyneiden Paperitehtaiden (ent. Kajaani Oy) tehdaslaitokset sijaitsevat Tihisenniemessä Kajaaninjoen varrella, josta tehtaan tarvitsema raakavesi otetaan. Jätevedet puretaan Kajaaninjokeen.

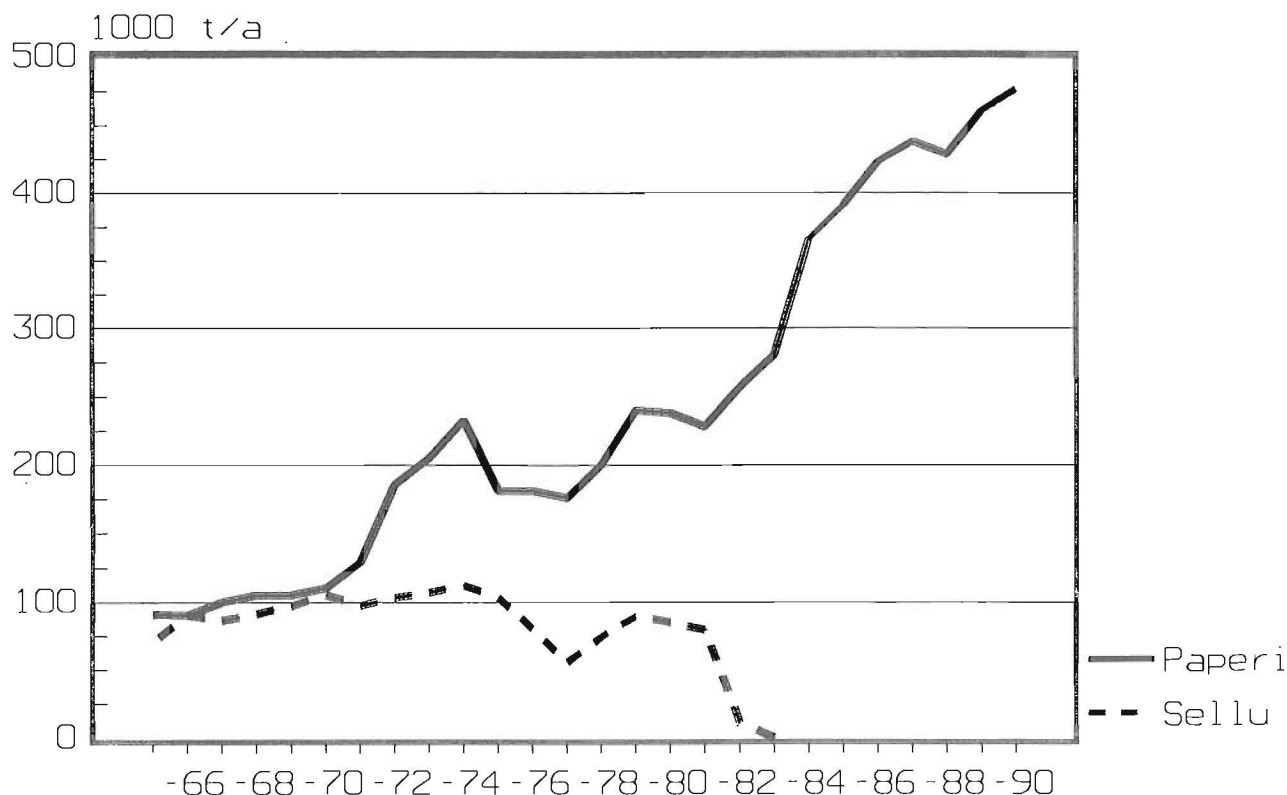


Kuva 4. Pistekuormittajien sijainti.

Sulfiittisellutehdas on rakennettu vuonna 1909. Valkaistua massaa on ryhdytty tuottamaan 1959. 1970-luvulla tehdaslaitokset käsittivät sulfiittisellutehtaan, paperikoneet PK1-3, sahan, puutyötehtaan ja elektroniikkatehtaan.

Vuonna 1982 tehtaiden tuotantorakennetta uudistettiin lopettamalla sellun valmistus ja lisäämällä paperintuotantoa. Vanhin paperikone, PK1, poistettiin käytöstä 1983. Kajaanin tehtaiden uudistuksen jälkeen tuotantolaitokset käsittävät mekaanisen massan valmistuksen, paperitehtaan, jossa on kolme paperikonetta, sahan sekä voimalaitoksen.

Paperikoneiden yhteinen tuotantokapasiteetti on noin 530 000 t/a. Raaka-aineena käytetään tehtaan omassa hiomossa, kuumahiertämössä ja painehiimossa valmistettua mekaanista massaa sekä jonkin verran valkaistua selluloosaa ja täyteainetta. Mekaanisen massan tuotantokapasiteetti on suunnilleen 450 000 t/a. Mekaanisen massanvalmistuksen perusraaka-aineista tulee tehtaalle pyöreänä puutavarana noin 1,2 – 1,3 milj. m^3/a . Paperitehdas työllistää välittömästi noin 850 henkilöä. Tehtaan sellun ja paperintuotannon kehitystä vuodesta 1965 on esitetty kuvassa 5.



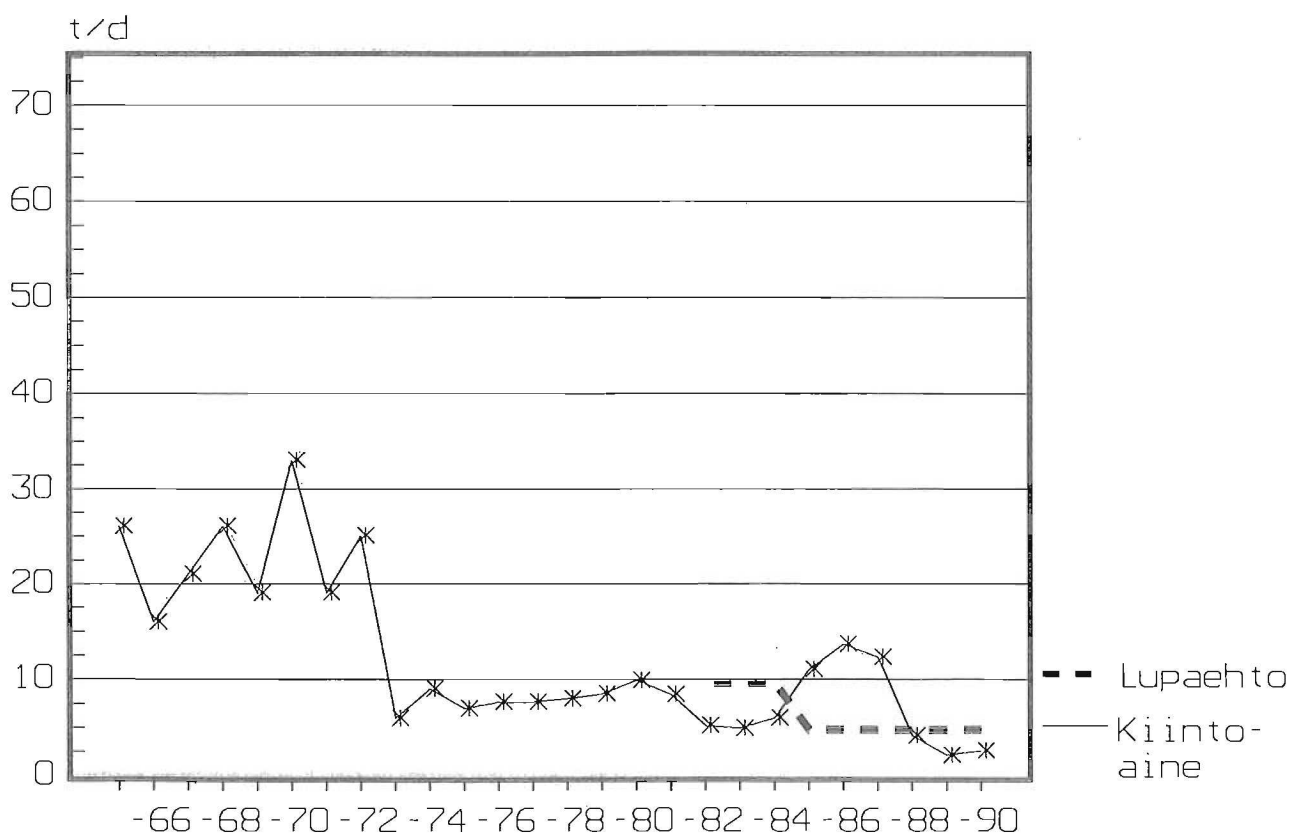
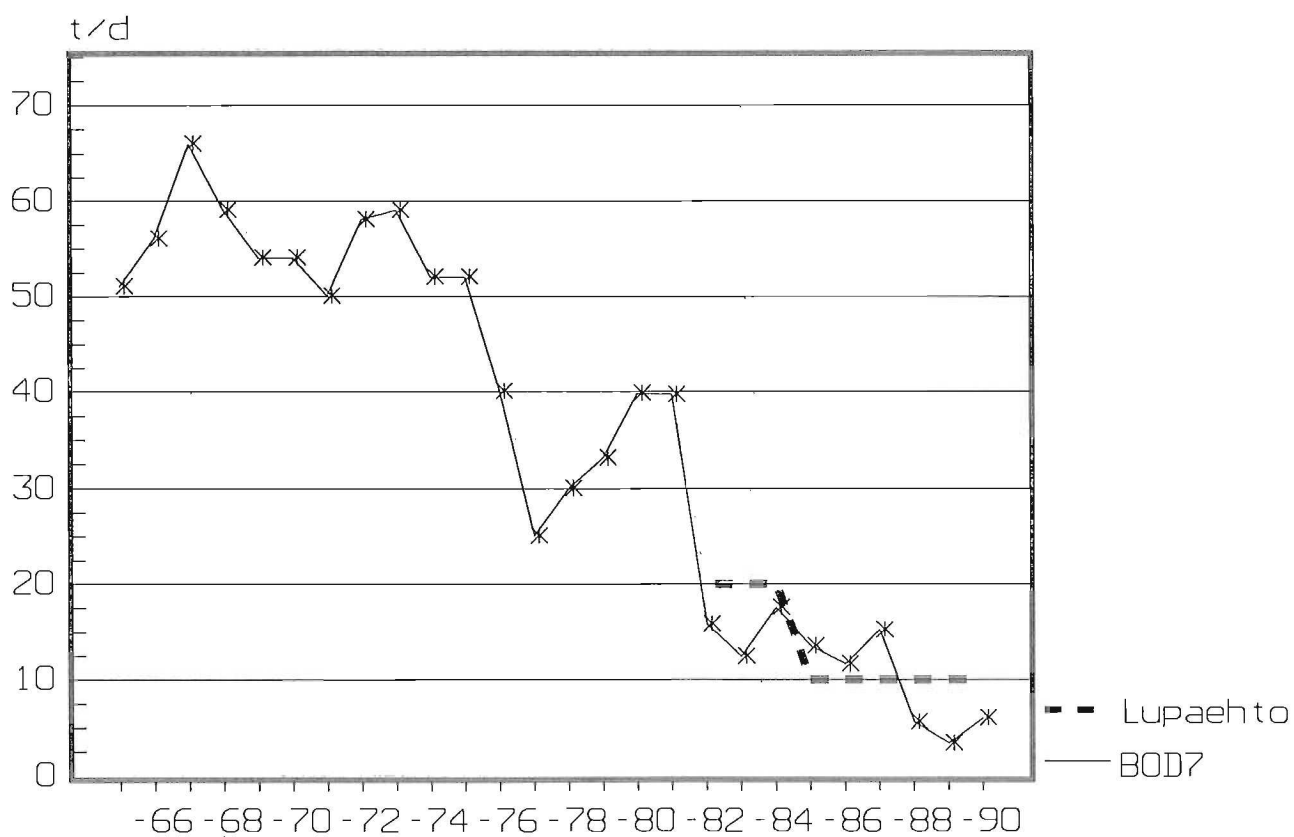
Kuva 5. Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n sellun ja paperin tuotanto vuosina 1965 – 1990.

Yhtyneillä Paperitehtailla on suunniteltu, että vuoden 1993 alusta tuotantokapasiteetti olisi vuositasolla noin 580 000 t/a. Tehtaan tekemissä suunnitelmissa on varauduttu myös siihen, että 1990-luvun puolivälissä tuotantokapasiteetti nostetaan tasolle 830 000 t/a.

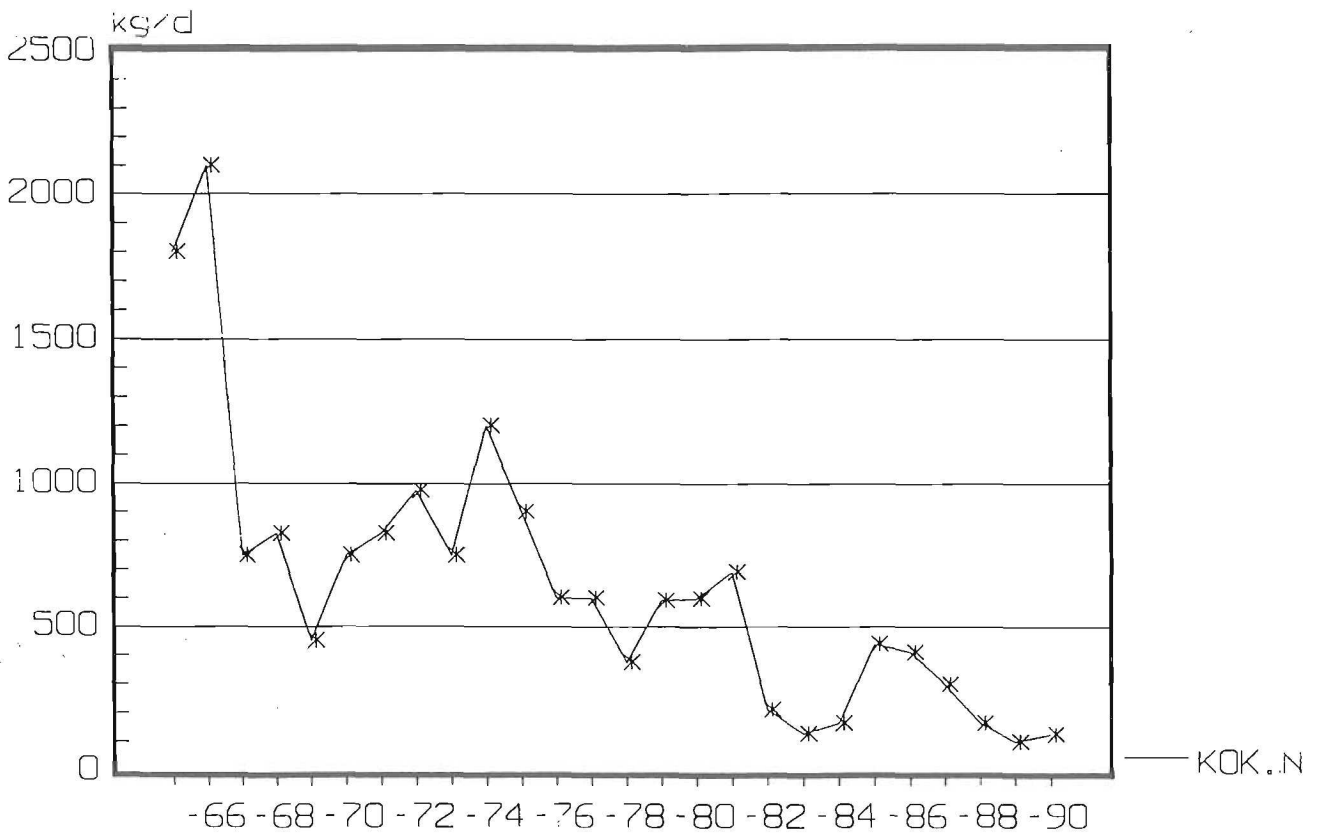
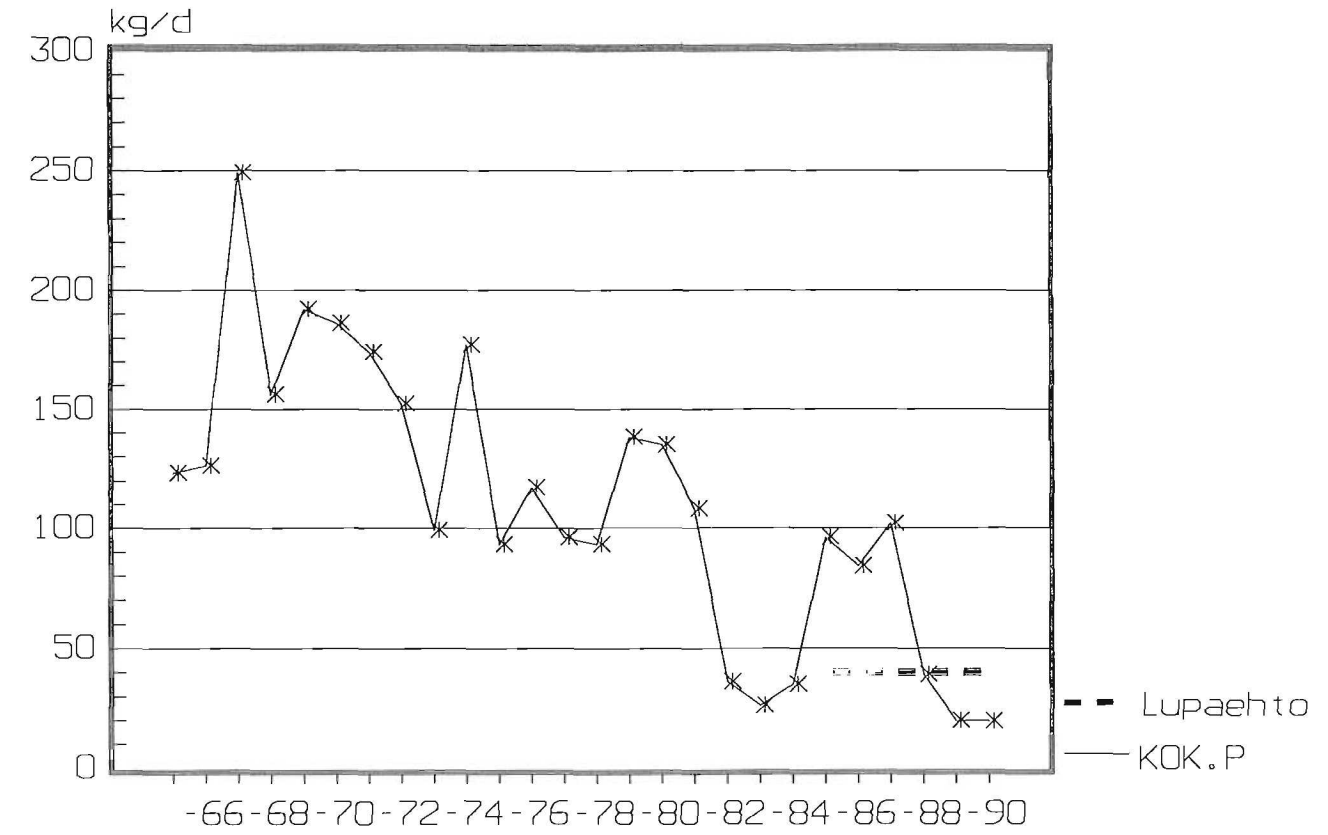
4.1.1.1 Kuormitus

Puusta saatavien kuitujen tuottaminen vaatii runsaasti vettä. Puunjalostusteollisuudessa syntyy jätevesiä suunnilleen sama määrä kuin mitä prosessissa käytetään tuorevettä. Osa jäteveden sisältämistä aineista on kiinteitä aineita, kuten puun kuori, kuituaines ja erilaiset epäorgaaniset lietteet. Osa taas on liuenneita aineita, kuten esim. puusta peräisin oleva orgaaninen aines, jäännöskemikaalit, kasviraivinteet typpi ja fosfori jne. Ravinteet ovat peräisin lähinnä puusta, mutta myös osittain niistä kemikaaleista, joita valmistusprosessien aikana käytetään. Merkittävä kuormite on nopeasti hajoavat ja happea kuluttavat orgaaniset yhdisteet, joiden määrää mitataan BOD₇-mittauksen avulla.

Tehtaan kuormitus ja jätevesimäärät ovat selvästi laskeneet 20 viime vuoden aikana (kuvat 6 ja 7). Jätevesimäärien kehitystä kuvaavat mm. seuraavat luvut: v. 1970 248 000 m³/d, v. 1980 145 000 m³/d, 1988 46 000 m³/d ja 1990 43 000 m³/d eli nykyinen jätevesimäärä on noin viidennes 1970-luvun tasosta. Suurimmillaan kuormitukset ovat olleet 60-luvulla, jolloin suurimmat vuosikuormitukset olivat BOD₇:n osalta 65 t/d, fosforin osalta 250 kg/d ja typen osalta 2100 kg/d.



Kuva 6. Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n BOD₇- ja kiintoainekuormituksen kehitys vuosina 1965 - 1990.



Kuva 7. Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n fosfori- ja typpekuormituksen kehitys vuosina 1965 - 1990.

Vanhan sulfiittiselvityksen toiminnan loppuminen v. 1982 vähensi selvästi jätevesikuormitusta. Vuodesta 1984 kiintoaine- ja ravinnekuormitukset nousivat huomattavasti uuden biologisen puhdistamon toimintahäiriöiden vuoksi. Puhdistamoa jouduttiin laajentamaan ja laajennus valmistui syksyllä 1987. Vuonna 1988 kuormitusluvut ovat huomattavasti laskeneet, jolloin BOD₇:n osalta on päästy tasolle 5 t/d, fosforin 20 kg/d ja typen 150 kg/d. Vuonna 1990 tehtaan BOD₇-kuormitus kolmen kuukauden liukuvana keskiarvona vaihteli välillä 4,1 – 9,1 t/d, fosforikuormitus välillä 14,0 – 27,8 kg/d.

Puunjalostusteollisuuden jätevedet sisältävät käsittelemättöminä vaihtelevia määriä vesieliöstölle myrkyllisiä aineita. Jätevesien toksisuus (myrkyllisyys) aiheutuu mm. liuenneista uuteaineista (hartsihapot) ja orgaanisista klooriyhdisteistä. Kajaani Oy:n tehtaan jätevedestä mitattiin 21.9.1981 kloorattuja fenoleita ja muita kloorautuneita yhdisteitä yhteensä noin 100 µg/l (Talsi 1982). Tällöin sellun tuotanto oli vielä käynnissä.

Erityisesti sellun valkaisimon jätevedet sisältävät kloorattuja yhdisteitä, joten niiden määrä jätevedessä on ilmeisesti vähentynyt voimakkaasti sellun valmistuksen loputtua v. 1982. Jätevesien biologisen puhdistuksen on todettu vähentäneen tai jopa poistaneen kokonaan jätevesien myrkyllisyyttä.

Kajaani Oy:n jätevesien akuuttia myrkyllisyyttä on tutkittu v. 1989 ns. vesikirppu-testeillä. Tutkimusten (Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1989) mukaan jätevesien akuutti toksisuus oli hyvin lievää. Jäteveden EC₅₀-arvo oli 92 %, Tu-arvo 1,09, TER-arvo 52 ja TEF-arvo 40.

4.1.1.2 Vesiensuojelutoimenpiteet, niiden kehitys ja vaikutus kuormitukseen

Jätevesien kuormitusta on vähennetty aluksi prosessiteknisin toimenpitein ja jätevesialtailla. Tehdasalueelle on rakennettu jätevesien käsittelyä varten kolme maa-allasta (1 kpl 15000 m², 2 kpl 7500 m²) ja halkaisijaltaan 28 m:n kuorivesiselkeytin. Prosessin sisäistä kuitujen talteenottoa varten on jokaisella paperikoneella aluksi mekaaninen selkeytys, PK2:lla krazerselkeytin, PK3:lla pystyselkeytin ja PK4:llä kiekkosuodin. Paperikoneilta kirkasteet johdetaan suodosvesialtaaseen, josta otetaan kuorimon prosessivesi. Ennen v. 1985 suodosvesialtaan ylijoukso, samoin kuin kuorimon jätevedet, johdettiin kuorivesiselkeyttimeen ja edelleen maa-altaisiin. Maa-altaista jätevedet ja jäähdytysvedet johdettiin settipadon kautta Kajaaninjokeen.

Tehtaan saniteettijätevedet johdetaan Peuraniemen keskuspuhdistamolle.

Paperitehtaalle on valmistunut v. 1985 jätevesien biologinen puhdistamo, jota laajennettiin v. 1987. Puhdistamon rakentamisen jälkeen jätevedet käsitellään biologisessa puhdistamossa ja johdetaan Kajaaninjokeen. Maa-altaita käytetään vain häiriötilanteissa sekä osittain jäähdytysvesien käsittelyyn. Sekä jätevedet että jäähdytysvedet lasketaan settipadon kautta Kajaaninjokeen.

Jätevesien käsittelyssä syntyvä bioliete tiivistetään ja sekoitetaan kuori- ja kuitulietteiden kanssa ennen vedenerotusta suotonauhapuristimilla. Puristettu liete poltetaan pääosin Kainuun Voima Oy:n turve-, hiili- ja puujätekatilassa.

Tuotantomuutokset ja toteutetut vesiensuojelutoimenpiteet ovat selvästi vaikuttaneet tehtaan kuormitukseen. Näiden vaikutusta kuvissa 6 ja 7 kuvattujen kuormitusarvojen kehitykseen on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Merkittävimpien tuotantomuutosten ja toteutettujen vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutus Kajaani Oy:n kuormitukseen.

| Toimenpide | Vuosi | Vaikutus |
|---|---------|--|
| Sellun lajittamon uusinta, mek. selkeytyksen tehostus | 1972-73 | Jätevesimäärien pienentyminen, kiintoainekuormituksen lasku |
| Kuumahierrelaitos 1:n käynnistys | 1981-82 | BOD ₇ :n kuormituksen lasku |
| Paperikone 1 lopetus, paperikone 4 käynnistys | 1983-84 | Jätevesimäärän lasku, BOD ₇ :n kuormituksen lasku |
| Biologisen puhdistamon laajennus | 1985-87 | Ravinne- ja BOD-kuormituksen lasku, toksisuuden vähentyminen |
| Muu toimenpide | | |
| Lamavuosi, pieni tuotanto | 1976-77 | pH:n nousu, BOD ₇ - kuormituksen lasku |
| Sellun tuotannon lopetus | 1982 | pH:n merkittävä nousu, jätevesimäärän lasku, BOD ₇ :n ja ravinnekuormituksen lasku. |

Taulukkoon 7 on koottu Kajaani Oy:n vuosina 1979 - 1985 suorittamien vesiensuojelutoimenpiteiden kustannuksia.

Vesiensuojeluinvestointien osalta tehdas on vuonna 1991 lisännyt nykyisten ilmastuslaitaiden ilmastustehoa. Vuonna 1992 on rakennettu kolmas jälkiselkeytin sekä uusittu PK 3:n kiekkasuotimen kiekot ja viirat entistä kestävämmiksi. Lisäksi vuonna 1992 parannetaan puhdistamoiden ajettavuutta lisäämällä tehtaan vesimittauksia ja puhdistamoiden instrumentointia.

Taulukko 7. Kajaani Oy:n vuosina 1979 – 1985 toteuttamien vesiensuojelutoimenpiteiden aiheuttamia kustannuksia (1 000 mk).

| Vuosi | B | C | D | E | F | G | YHT. |
|-------|------|-----|------|-------|------|--------|---------|
| 1979 | | | 40,8 | 40,8 | | | |
| 1980 | | | 40,8 | 1676 | 577 | 2293,8 | |
| 1981 | | | 40,8 | | | 40,8 | |
| 1982 | 4520 | | 40,8 | 1864 | 1706 | 400 | 8530,8 |
| 1983 | 83 | 140 | 40,8 | 49,5 | | | 313,3 |
| 1984 | 9690 | | 40,8 | 59,2 | 1075 | 308 | 11173,0 |
| 1985 | 4848 | 14 | 40,8 | 135,2 | 4168 | 429 | 9635,0 |

B = investoinnit jätevedenpuhdistamoon

C = muut investoinnit

D = vesiensuojelumaksu

E = korvaukset

F = jäteveden käsittelyn käyttökustannukset

G = muut kust. (tarkkailu, tutkimus, jätevesimaksut jne.)

Fosforipäästöjen pitämiseksi lupaehtojen rajoissa on varauduttu rakentamaan tarvittaessa erillinen jälkipuhdistusyksikkö. Tuotannon noustessa suunnilleen 830 000 tonniin vuodessa, on BHK₇-kuorman pienentämiseksi suunniteltu rakennettavaksi anaerobinen esikäsittelylaitos.

Yhtyneet Paperitehtaat on arvioinut kuormituksen kehittyvän 1990-luvulla seuraavasti:

| | BOD ₇ t/d | Kiintoaine t/d | Fosfori kg/d |
|------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|
| vuoden 1993 alusta alkaen | 6,0 | 4,0 | 35 |
| vuoden 1995 alusta alkaen | 5,0 | 3,5 | 30 |

4.1.2 Pohjan Sellu Oy

Pohjan Sellun hallitus teki 27.1.1988 periaatepäätöksen sellutehtaan rakentamisesta Kajaaniin. Sellutehdas oli tarkoitus saada käyttöön vuonna 1992. Lopullinen päätös tehtaan rakentamisesta on kuitenkin edelleen avoin.

Pohjan Sellu tulee toteutuessaan valmistamaan täysvalkaistua sulfaattisellua noin 400 000 tonnia vuodessa. Mitoitustuotannoksi on ilmoitettu 1 300 tonnia havusellua/vrk. Tehtaan puuntarve on 2,1 milj.k-m³, josta kaksi kolmasosaa on havukuitupuuta ja loput koivua. Tehtaan on ilmoitettu työllistävän pysyvästi noin 250 henkilöä tehtaalla ja puunhankinta, kuljetukset ja erilaiset tarvittavat palvelut työllistävät noin 1 700 henkilöä.

4.1.2.1 Kuormitus

Pohjan Sellu Oy:n jätevedet on suunniteltu johdettavaksi Kajaaninjokeen noin 1,5 km Kajaani Oy:n purkuputken alapuolelle.

Pohjan Sellu on suorittanut prosessiselvityksiä, joiden perusteella jätevesipäästöt olisivat enintään seuraavat:

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| - BOD ₇ | 5 t/d |
| - COD _{Cr} | 55 t/d |
| - fosfori | 60 - 80 kg/d |
| - orgaaniset klooriyhdisteet, (AOX) | 1,8 t/d |

Fosforipäästön alemmaa arvoa esitetään sovellettavaksi kahden vuoden kuluttua tehtaan käynnistämisestä.

Pohjan Sellun jätevesi on todennäköisesti hyvin samankaltaista kuin Metsäbotnian Äänekosken selluloosatehtaan vedet. Myrkyllisyystestissä (Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1989) ei Metsäbotnian biologisesti puhdistetuilla jätevesillä havaittu olevan vesikirpuille juurin lainkaan akuutteja toksisia vaikutuksia. Jäteveden EC₅₀-arvo oli koivuajolla 99 % ja mäntyajolla ≥ 100 %.

4.1.2.2 Suunnitellut vesiensuojelutoimenpiteet

Tehtaan prosessisuunnittelun yhteydessä toteutetaan seuraavat vesiensuojelun kannalta merkitykselliset toimenpiteet:

- alhainen vedenkulutus tuoteyksikköä kohden, kuorimon jätevesille erillinen selkeytin ja tehokas veden kierrätys
- kuivakuorinta mahdollisimman suuren osan vuotta
- keittämön, pesemön ja lajittamon vesijärjestelmien suunnitteleminen siten, että jätevesiin ja valkaisuun syntyy mahdollisimman pienet pesuhäviöt
- varautuminen modifioidun (ns. jatketun) keittoprosessin mahdollisuuteen
- valkaisu-prosessin suunnitteleminen sellaiseksi, että kloorin käyttö vähenee mahdollisimman pieneksi
- happivalkaus ennen loppuvalkaisu

- loppuvalkaisu perinteisenä D/C-EO-D-D, jossa kloorausvaiheessa käytetään runsaasti klooridioksidia
- valkaisun pesurien mitoitus tehokasta pesua silmällä pitäen sekä vedenkäytön vähentäminen niin pitkälle kuin korroosion ja massan laadun kannalta on järkevää
- klooridioksidiprosessi, jossa jäterikki ja rikkiemissiöt ilmaan ovat mahdollisimman pienet
- haihduttamon ja säiliöiden mitoittaminen niin, että ylijuuksujen vaara eliminoiduu ja vuotoilpeät voidaan palauttaa haihdutukseen
- haihduttamon säiliöalueen ympäröiminen varoaltaalla
- keittämön ja haihduttamon BHK-kuormaa ja rikkiyhdisteitä sisältävien lauhneiden puhdistaminen höyrystriippaamalla sekä näin käsiteltyjen ja muiden lauhneiden uudelleenkäyttö prosessivetenä
- laitteistojen ja säiliöiden mitoituksella vähennetään ylijuuksuja, jonka lisäksi rakennetaan tilapäisten ylijuuksujen ja vuotojen keräilyt ja talteenotto
- prosessin tarkoituksenmukainen instrumentointi ja valvontajärjestelmä nykyaikaisella automaatio- ja ohjausjärjestelmällä

Edellämainituin toimenpitein jätevesiin joutuvien aineiden määrä pyritään alentamaan mahdollisimman alhaiseksi ennen jätevesien käsittelyä.

Tehtaan jätevesille rakennetaan erillisviemärinti, jossa jatkopuhdistuksen kannalta erityyppiset vedet erotellaan. Puhdistusta edellyttävät vedet viemäroidään jäteveden puhdistamolle, sadevedet ja puhtaat jäähdytysvedet johdetaan suoraan vesistöön. Riippuen kaatopaikan sijainnista myös tämän alueen suodosvedet johdetaan jätevedenpuhdistamolle.

Tehtaan prosessijätevesiä varten rakennetaan aktiivilietemenetelmään perustuva biologinen puhdistamo, joka on osoittautunut hyvin toimivaksi sulfaattitehtaan jätevesille. Sen avulla pystytään hyvin tehokkaasti vähentämään jätevesien aiheuttamaa biologista ja kemiallista hapenkulutusta, fosforikuormitusta sekä kloori- ym. yhdisteitä.

Tehtaan vesiensuojeluinvestoinneiksi on arvioitu noin 15 % tehdasinvestoinnin kokonaismäärästä, mikä vuonna 1988 olleen hintatason mukaan oli noin 2,2 mrd mk.

4.1.3 Rautaruukki Oy, Otanmäen kaivos (Otanmäen vaunutehdas)

Rautaruukki Oy:n Otanmäen kaivoksen toiminta loppui kesäkuussa v. 1985. Teollinen toiminta Otanmäessä on jatkunut tämän jälkeen Rautaruukki Oy:n perustamalla vaunutehtaalla.

4.1.3.1 Jätevesien muodostuminen ja käsittely

Otanmäen taajaman ja vaunutehtaan saniteettijätevesien yhteismäärä on noin 800 m³/d. Saniteettijätevedet johdetaan teollisuusjätevesialtaisiin.

Erikoisvaunutehtaan jäähdytysvesimääräksi on arvioitu 1 500 m³/d ja nämä vedet johdetaan suoraan jätevesialtaisiin.

Erikoisvaunutehtaan maalaamossa muodostuu kiinteää tai liejumaista maalijätettä, joka varastoidaan jätealtaan läheisyydessä sijaitsevalle erikoiskaatopaikalle.

Jätevedet johdetaan vesistöön kahden jätevesialtaan kautta, joiden pinta-alat ovat 80 ha ja 170 ha. Ensimmäinen allas on lähes kokonaan täyttynyt jätevesien mukana tulleella kiintoaineella. Myöhemmin rakennetun toisen altaan tilavuus on noin 3 x 10⁶ m³. Kun altaaseen tulevien valumavesien määrä on noin 1 500 m³/d, on altaaseen tuleva vesimäärä keskimäärin 3 800 m³/d eli viipymäksi muodostuu noin 2 vuotta. Altaasta jätevedet purkautuvat Pientä Luodejokea pitkin Vimpelinjokeen, joka laskee Oulujärven Vuottolahteen.

4.1.3.2 Kuormitus

Otanmäen kaivoksen jätevedet ovat sisältäneet runsaasti elektrolyyttejä, joista tärkeimpiä ovat natrium- ja sulfaatti-ionit. Jäteveden typpipitoisuus on korkea ja pääosa tyyppistä on ammoniumtyyppiä. Jäteveden kemiallinen hapentarve (COD) aiheutunee suurelta osin ammoniumista. Myös kiintoainepitoisuus on ollut korkeahko. Kaivostoiminnan lopettaminen pienensi jätevesikuormitusta v. 1985 (kuva 8).

4.2 Asumajätevedet

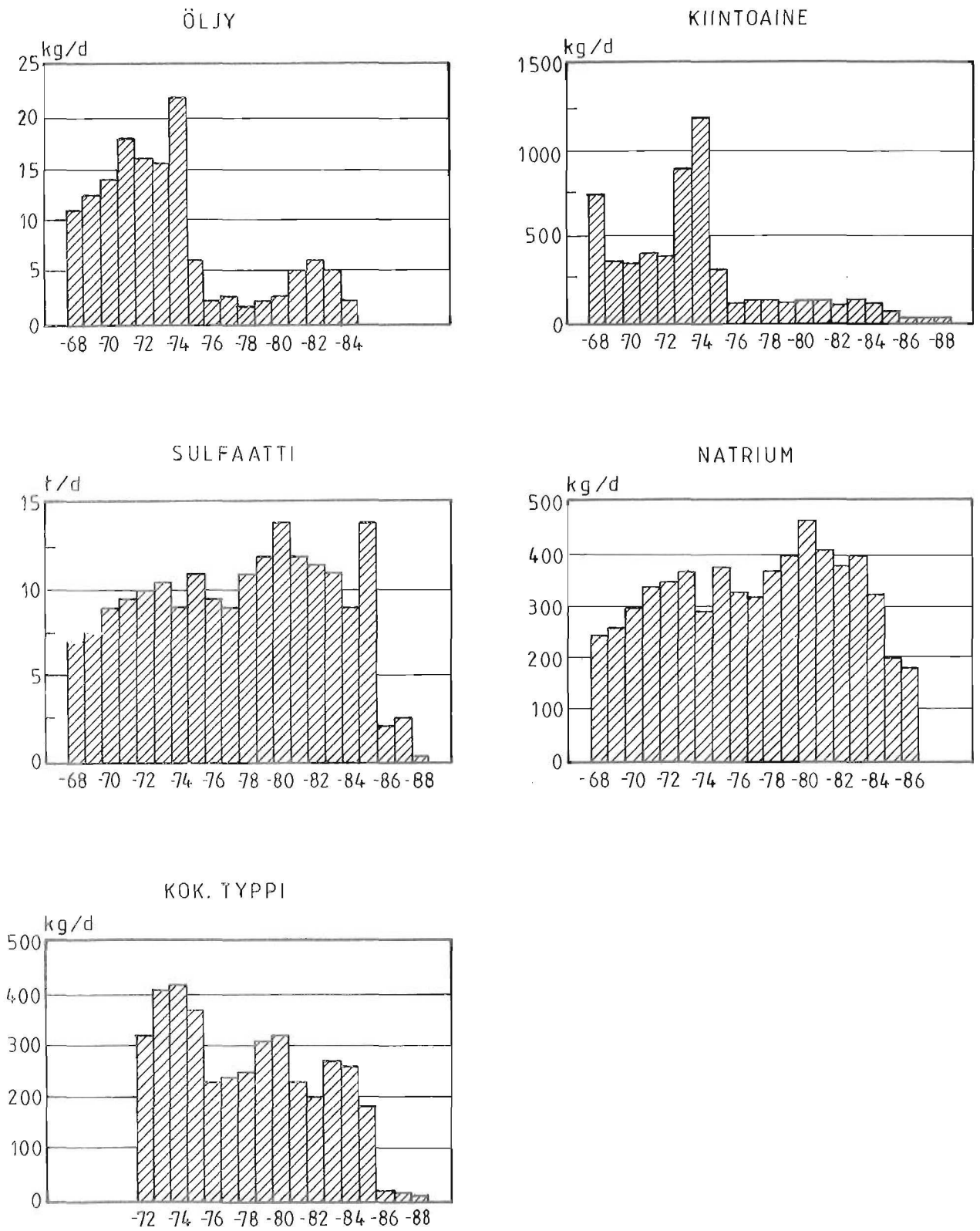
4.2.1 Kajaanin kaupunki

Ennen vuotta 1975 Kajaanin kaupungin ja maalaiskunnan jätevedet johdettiin useasta eri purkupaikasta käytännöllisesti katsoen puhdistamattomina Kajaaninjokeen. Vuonna 1963 Kajaanin kaupungin viemäriverkostoon oli liittynyt 18 600 asukasta ja maalaiskunnan viemäriverkostoon 770.

4.2.1.1 Kuormitus

Puhdistetut jätevedet lasketaan Kajaaninjokeen runsas kilometri Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n tehtaan purkuputken alapuolelle. Peuraniemen puhdistamon kuormituksen kehittymistä vuodesta 1965 on esitetty kuvassa 9. Peuraniemen puhdistamoa on tarkkailtu vuodesta 1976 alkaen. Vuosien 1965 – 1975 kuormitus on arvioitu liittyjien perusteella.

Asumajätevesien kuormitus on kasvanut tasaisesti 60-luvulta vuoteen 1975. Puhdistamon rakentamisen BOD₇- ja fosforikuormitukset ovat pudonneet noin yhdeksänteen osaan 1970-luvun huippukuormitusarvoista. Vuonna 1990 Peuraniemen BOD₇-kuormitus oli 420 kg/d, fosforikuormitus 4,9 kg/d ja typpikuormitus 307 kg/d.



Kuva 8. Jätevesialtaasta vesistöön purkautuva kuormitus v. 1968 – 1988.

4.2.1.2 Vesiensuojelutoimenpiteet

Nykyinen Peuraniemen keskuspuhdistamo on rakennettu v. 1975. Puhdistusmenetelmänä on kemiallinen suorasaostus. Laitos on mitoitettu vuoden 1990 tasolle avl:n ollessa 36 000. Muut mitoitustiedot ovat:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| - q kesk. = 20 000 m ³ /d | Lietteen käsittely: |
| - q mit = 1 000 m ³ /h | - tiivistäjä 2 kpl A = 2 x 205m ³ |
| - q max = 1 500 m ³ /h | - suotonauhapuristin 20/40 siamex |
| | teho = 11 - 12,5 m ³ /h |

$$A = 3 \times 240 \text{ m}^2 = 720 \text{ m}^2$$

$$V = 2160 \text{ m}^3$$

$$\text{pintakuorma} = 1,38 \text{ m}^3/\text{h m}^2$$

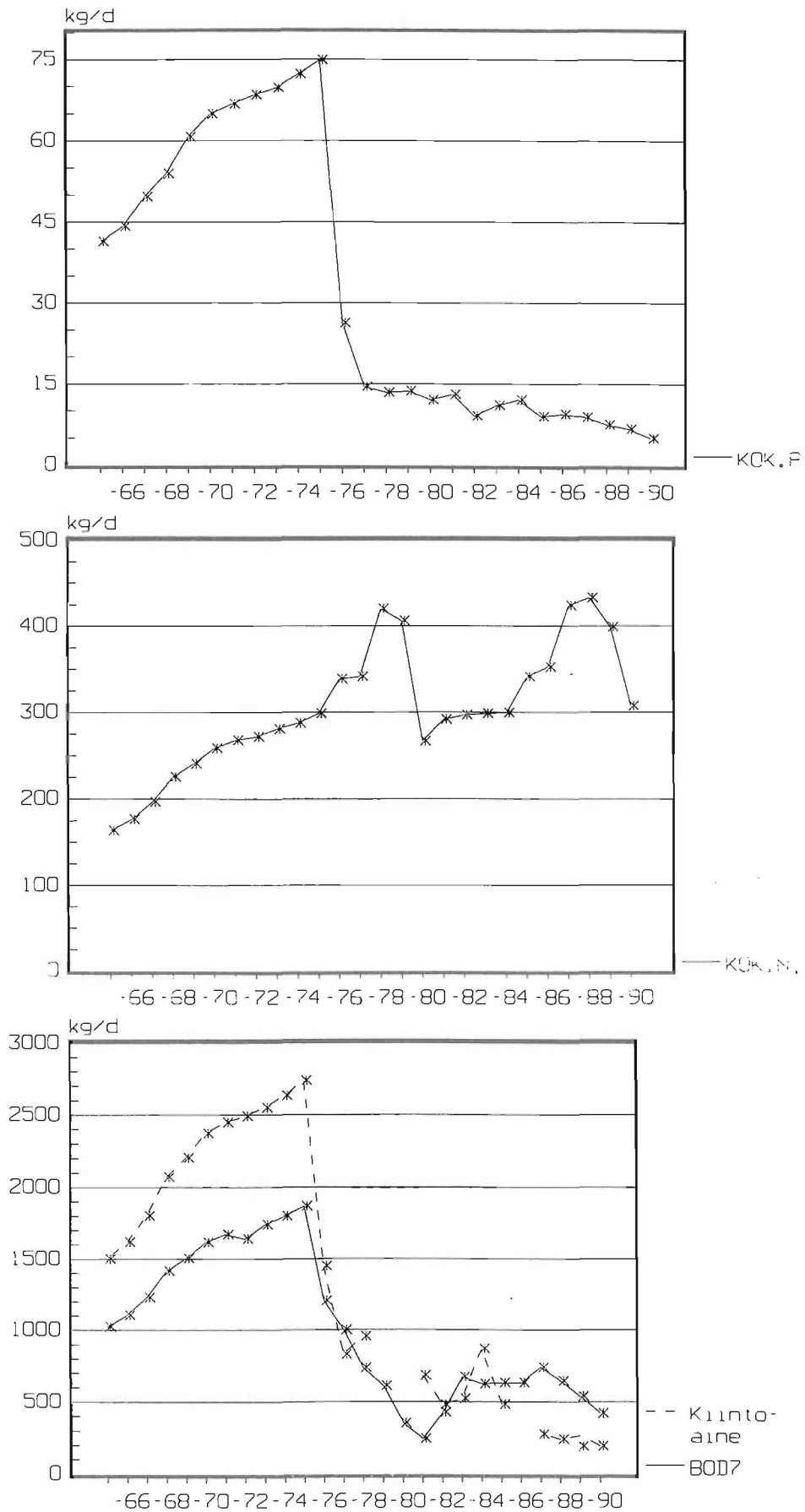
Puhdistamolla käsitellään Kajaanin kaupungin (lähinnä rakennuskaava-alueen) asumajätevedet sekä mm. Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n saniteettijätevedet. Laitoksen piirissä on tällä hetkellä noin 32 000 asukasta. Nykyinen viemäriverkko on pääasiassa erillisviemäriä. Viemäriverkoston pituus 31.12.1985 oli yhteensä 217 km, josta jätevesiviemäriä oli 115,3 km ja sadevesiviemäriä 68,4 km. Sekaviemäreitä oli 33,4 km.

Puhdistamon rakentaminen näkyy kuormituksen kehityskuvissa (kuva 9) selvänä kuormituksen tason laskuna. Liittyjien määrän lisääntyessä kuormitus on typen osalta kasvanut uudelleen vuoden 1975 tasolle. Sen sijaan kokonaisfosforin, kiintoaineen ja BOD₇-osalta nykyinen kuormitus on noin viidennes 70-luvun alkupuolen tasosta.

Peuraniemen jätevedenpuhdistamon rakentamiskustannukset vuosina 1973 - 1975 olivat 6 milj. mk. Käyttömenot 1980-luvulla ovat olleet vuosittain yli 3 milj. mk (taulukko 8).

Taulukko 8. Peuraniemen jätevedenpuhdistamon käyttömenot vuosina 1979 - 1985 (1 000 mk).

| Vuosi | Käyttömenot | Korot ja poistot | Yhteensä |
|-------|-------------|------------------|----------|
| 1979 | 1.673,8 | 894,5 | 2.568,3 |
| 1980 | 1.914,1 | 1.046,7 | 2.960,8 |
| 1981 | 2.356,7 | 1.052,0 | 3.408,7 |
| 1982 | 2.250,5 | 1.032,9 | 3.283,4 |
| 1983 | 2.507,7 | 823,7 | 3.330,7 |
| 1984 | 2.438,4 | 784,9 | 3.223,3 |
| 1985 | 2.698,6 | 786,6 | 3.485,2 |



Kuva 9. Kajaanin kaupungin Peuraniemen keskuspuhdistamon kuormituksen kehitys v. 1965 – 1990.

4.2.2 Vuolijoen kunta

4.2.2.1 Kirkonkylä

Vuolijoen kunnassa on 3404 asukasta. Vuolijoen kirkonkylässä vesihuollon piiriin kuuluu 1465 asukasta ja viemäröinnin piiriin 720 asukasta. Talouksien lisäksi viemäröinnin piirissä on koulu ja kunnalliskoti.

Vuolijoen kirkonkylän jätevedet on käsitelty v. 1973 valmistuneessa Upo-Metoxi 45-tyyppisessä rinnakkaissaostuslaitoksessa. Kesäkuussa 1986 puhdistamo saneerattiin jätkäsaostuslaitokseksi, jossa biologisena prosessina oli BIO-DIP-kennosto. Vuoden 1987 elokuussa BIO-DIP-kennosto poistettiin ja tilalle asennettiin joulukuussa bioroottorit (13 kpl). Saostuskemikaalina käytetään alumiinisulfaattia (AVR) keskimäärin 18 kg/d.

Puhdistetut jätevedet lasketaan Vuolijokeen, jota pitkin ne kulkeutuvat Oulujärven Käkilahteen (kuva 1).

Vuolijoen kunnan puhdistamon kuormitusta v. 1986 – 1990 on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Vuolijoen puhdistamon kuormitus v. 1986 – 1990 (Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1988).

| Tarkk. vuosi | BOD ₇ kg/d | | Kok.P kg/d | | Kok.N kg/d | | Kiintoaine kg/d | |
|-----------------|-----------------------|---------|------------|---------|------------|---------|-----------------|---------|
| | Tuleva | Lähtevä | Tuleva | Lähtevä | Tuleva | Lähtevä | Tuleva | Lähtevä |
| 1986 | 27 | 9,1 | 1,8 | 0,9 | 8,1 | 6,0 | 26 | 14,0 |
| 1987 | 47 | 12,7 | 2,2 | 0,7 | 9,7 | 7,5 | 51 | 15,4 |
| 1988 | 44 | 5,2 | 2,4 | 0,3 | 9,2 | 6,9 | 55 | 8,3 |
| 1989 | 28 | 3,4 | 1,9 | 0,2 | 7,7 | 5,6 | 42 | 5,4 |
| 1990 | 33 | 2,1 | 2,0 | 0,2 | 8,0 | 6,3 | 42 | 3,9 |

4.2.2.2 Otanmäen taajama

Otanmäen taajaman jätevedet johdetaan ilmastusallastuksen jälkeen jo toimintansa lopettaneen kaivoksen entiseen teollisuusjätevesialtaaseen. Samaan altaaseen johdetaan myös Otanmäen vaunutehtaan jäähdytysvedet.

Jätevesialtaasta on johdettu vesistöön jätevettä v. 1990 yhteensä 722 959 m³. Tarkkailukertojen keskimääräisten pitoisuuksien ja keskimääräisen vesimäärän perusteella keskimääräinen kuormitus on ollut seuraava:

| | |
|------------------|------------|
| BOD ₇ | 7,3 kg/d |
| Kok.P | 0,15 kg/d |
| Kok.N | 3,4 kg/d |
| SO ₄ | 143,9 kg/d |
| Kiintoaine | 11,1 kg/d |

Teollisuusvesialtaasta lähtevä kuormitus on ollut varsin pieni vastaten BOD₇:n ja kok.P:n osalta alle 100 asukkaan kuormitusta. Typpikuormitus on ollut huomattavasti korkeampi vastaten n. 1 100 asukkaan jätevesikuormitusta. Altaasta poistuvassa vedessä on mahdollisesti mukana myös altaaseen kertynyttä vanhaa kuormitusta.

4.2.3 Paltamon kunta

4.2.3.1 Kirkonkylän kaava-alue

Paltamon kunnassa oli vuoden 1988 alussa asukkaita 5149, joista kirkonkylässä vesihuollon piirissä 2080 ja viemäröinnin piirissä 2020 asukasta. Keskimääräinen vedenkulutus kirkonkylässä on tarkkailuvuonna ollut 441 m³/d ja ominaiskulutus 200 l/as x d. Viemäröinnin piirissä oli talouksien lisäksi 3 koulua ja 3 huoltoasemaa. Kiinteistöillä ei ole sakokaivoja. Runkoviemärin pituus on 18,3 km. Jätevedenpuhdistamo on Vesi-Seppo Ky:n v. 1974 rakentama rinnakkaissaostuslaitos, jossa saostus-kemikaalina käytetään ferrosulfaattia. Laitoksen mitoitustilavuus on 1700. Kunnassa on jo tehty päätös uuden puhdistamon rakentamisesta. Puhdistetut jätevedet johdetaan Oulujärveen Kiehimänjoen suulle.

Puhdistamon kuormitusta v. 1985 – 1990 on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Paltamon kirkonkylän puhdistamon keskimääräinen kuormitus v. 1985 – 1990.

| Tarkk. vuosi | | BOD ₇ kg/d | | Kok.P kg/d | | Kok.N kg/d | | Kiintoaine kg/d | |
|-----------------|---|--------------------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|--------------------|---------|
| | | Tuleva | Lähtevä | Tuleva | Lähtevä | Tuleva | Lähtevä | Tuleva | Lähtevä |
| 1985 | 1 | 89 | 14,0 | 7,0 | 0,93 | 31 | 22 | 90 | 7,5 |
| | 2 | | 10,0 | | 0,65 | | 21 | | 3,9 |
| 1986 | 1 | 121 | 10,4 | 8,0 | 0,69 | 38 | 27 | 190 | 16,0 |
| | 2 | | 8,4 | | 0,56 | | 26 | | 13,0 |
| 1987 | 1 | 119 | 11,1 | 8,0 | 0,85 | 34 | 21 | 142 | 20,0 |
| | 2 | 112 | 8,9 | 7,6 | 0,67 | 32 | 20 | 134 | 17,0 |
| 1988 | 1 | 89 | 9,8 | 5,5 | 0,71 | 30 | 23 | 102 | 19,0 |
| | 2 | | 8,0 | | 0,60 | | 22 | | 17,0 |
| 1989 | 1 | 114 | 13,0 | 6,4 | 1,10 | 32 | 24 | 111 | 19,0 |
| | 2 | | 9,9 | | 0,96 | | 24 | | 17,0 |
| 1990 | 1 | 125 | 7,9 | 6,5 | 0,58 | 37 | 21 | 115 | 6,6 |
| | 2 | | 7,0 | 0,51 | | 21 | 5,8 | | |

1 = puhdistamon kokonaisteho (ohitukset huomioitu)

2 = puhdistamon käsittelyteho

4.2.3.2 Kontiomäki

Paltamon kunnan Kontiomäen taajamassa oli v. 1988 alussa vesihuollon ja viemäröinnin piirissä 980 asukasta. Keskimääräinen vedenkulutus oli 170 m³/d. Viemäriverkoston pituus Kontiomäellä oli 8,4 km.

Kontiomäelle v. 1980 valmistuneessa jätevedenpuhdistamossa käsitellään taajaman sekä valtion rautateiden teollisuusjätevedet. Puhdistamon jätevesien käsittelymenetelmänä on kemiallinen selkeytys, jota täydentää käsiteltyjen jätevesien pitkäviipymäinen lammikointi.

Laitos on mitoitettu 3400 asukkaalle ja jätevesimäärälle 1350 m³/d. Laitoksen mitoitusvirtaama on 46 m³/h. Saostuskemikaalina käytetään alumiinisulfaattia. Puhdistetut jätevedet johdetaan Haarakokeen.

Kontiomäen puhdistamon kuormitusta vuosilta 1985 – 1990 on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Kontiomäen puhdistamon keskimääräinen kuormitus v. 1985–1990

| Tarkk. vuosi | BOD ₇ kg/d | | Kok.P kg/d | | Kok.N kg/d | | Kiintoaine kg/d | |
|-----------------|-----------------------|---------|------------|---------|------------|---------|-----------------|---------|
| | Tuleva | Lähtevä | Tuleva | Lähtevä | Tuleva | Lähtevä | Tuleva | Lähtevä |
| 1985 | 23 | 6,5 | 3,4 | 0,39 | 13 | 7,6 | 53 | 3,9 |
| 1986 | 1 | 44 | 8,3 | 3,0 | 0,53 | 16 | 8,1 | 56 |
| | 2 | | 7,7 | | 0,49 | | 7,9 | 10 |
| 1987 | 1 | 39 | 7,2 | 3,3 | 0,27 | 13 | 7,3 | 36 |
| | 2 | | 6,8 | | 0,24 | | 7,2 | 6,2 |
| 1988 | | 44 | 7,8 | 2,7 | 0,32 | 16 | 8,1 | 42 |
| 1989 | 1 | 60 | 11 | 3,4 | 0,48 | 16 | 8,0 | 43 |
| | 2 | | 6,1 | | 0,17 | | 6,3 | 15 |
| 1990 | 1 | 39 | 6,1 | 2,5 | 0,20 | 16 | 6,7 | 31 |
| | | | | | | | | 4,2 |

1 = puhdistamon kokonaisteho (ohitukset huomioitu)

2 = puhdistamon käsittelyteho

4.2.4 Pienpuhdistamot

Pienpuhdistamoista ovat velvoitetarkkailuun kuuluneet Salmijärven ja Kuluntalahden puhdistamot (taulukko 12).

Taulukko 12. Salmijärven ja Kuluntalahden pienpuhdistamoiden kuormitus (kokonaisto-
ho, ohitukset huomioitu).

| | Salmijärvi kg/d | | | | Kuluntalahti kg/d | | | |
|------|------------------|-------|-------|-----------------|-------------------|-------|-------|-----------------|
| | BOD ₇ | Kok.P | Kok.N | Kiinto- aine | BOD ₇ | Kok.P | Kok.N | Kiinto- aine |
| 1985 | 3,6 | 0,06 | 5,3 | 2,8 | 0,9 | 0,1 | 1,1 | 2,6 |
| 1986 | 4,9 | 0,03 | 4,0 | 1,9 | 0,7 | 0,1 | 0,7 | 1,1 |
| 1987 | 6,0 | 0,08 | 3,5 | 1,8 | 1,3 | 0,05 | 0,7 | 2,7 |
| 1988 | 3,4 | 0,02 | 3,5 | 1,6 | 4,6 | 0,18 | 1,7 | 2,6 |
| 1989 | 5,7 | 0,05 | 3,9 | 1,8 | | | | |
| 1990 | 3,1 | 0,04 | 3,9 | 1,3 | | | | |

Kuluntalahdesta jätevedet johdetaan nykyisin Salmijärven puhdistamolle.

Paltaniemen pienpuhdistamoon tulee lentokentän ja läheisten rivitalojen jätevedet. Puhdistamo on mitoitettu 70 avl. 50 avl keskikuormituksella sekä 50 % (P) ja 10 % (N) reduktiolla voidaan arvioida puhdistamon kuormitukseksi 75 g P/d ja 540 g N/d.

Lisäksi pienpuhdistamoja on Joutenlammen leirikeskuksessa, joillakin kouluilla jne.

4.3 Kalankasvatus

Oulujärven alueella toimii kaksi kalankasvatuslaitosta sekä Kainuun kalanviljelylaitos (Hakasu). Laitosten sijainti selviää kuvasta 4.

Tulijoen Taimenen kasvatusvesien purkupaikka on Tulijoki. Laitos saa ottaa vettä toimintaansa varten enintään 0,11 m³/s ja tuottaa kalaa korkeintaan 9000 kg/a. Vuosina 1982 – 1990 keskimääräinen tuotanto on ollut n. 1700 kg (0–5000 kg).

Paltalohi Oy saa ottaa vettä Kongasjoesta enintään 0,125 m³/s. Laitoksen tuotanto v. 1980 – 1990 on ollut 900 – 24 400 kg/a, keskimäärin 11 800 kg.

Kainuun kalanviljelylaitoksen purkupaikka on Varisjoki. Laitoksen vedenotto (max. 0,58 – 0,75 m³/s) on Kivesjärvestä. Talvella vettä otetaan vähäisessä määrin (50 l/s) myös Varisjoesta. Laitoksen lisäkasvu saa olla korkeintaan 43 000 kg/a. Laitoksen kok.P kuormitus saa vuosikeskiarvona olla enintään 35 % käytetyn rehun sisältämästä fosforimäärästä. 1.6.–30.9. välisenä aikana kuormitus saa olla enintään 1,8 kg P/d.

Kalalaitosten kuormitus- ja tuotantotietoja on esitetty taulukossa 13. Laitosten kuormitus kohdistuu pääasiassa kesäkauteen.

Taulukko 13. Oulujärven alueen kalalaitosten tuotanto ja kuormitus v. 1990.

| Laitos | Lisä- kasvu (kg/a) | Kuormitus (kg/a) | |
|--------------------------|-----------------------|------------------|-------|
| | | Kok.P | Kok.N |
| Tulijoen Taimen | 2687 | 32 | 255 |
| Paltalohi Oy | 17025 | 123 | 1696 |
| Kainuun kalanvilj.laitos | 774 | 5 | 39 |

4.4 Turvetuotanto

Oulujärven alueella on tuotantokunnossa 14 turvesuota, joiden yhteenlaskettu pinta-ala 1154 ha:

| | | | |
|-----|-------------|--------|----|
| 1. | Hoikansuo | 39 | ha |
| 2. | Katvansuo | 60 | ha |
| 3. | Kivineva | 113 | ha |
| 4. | Suurisuo | 24 | ha |
| 5. | Vaivaissuo | 30 | ha |
| 6. | Vasikkasuo | 47 | ha |
| 7. | Korhosensuo | 23 | ha |
| 8. | Lampisuo | 15 | ha |
| 9. | Likasuo | 190 | ha |
| 10. | Luesuo | 236 | ha |
| 11. | Lämpsänneva | 154 | ha |
| 12. | Nurmelansuo | 65 | ha |
| 13. | Suurisuo | 149 | ha |
| 14. | Halosensuo | 9 | ha |
| | | 1154ha | |

Soiden sijainti selviää kuvasta 4.

Käyttämällä vuosien 1986 – 1989 velvoitetarkkailuaineistoista laskettujen ominaiskuormituslukujen keskiarvoja, saadaan 1154 ha keskimääräiseksi kuormitukseksi:

| | | |
|--------------------|------|------|
| Kok.P | 1,9 | kg/d |
| Kok.N | 56,7 | kg/d |
| NH ₄ -N | 28,2 | kg/d |
| Kiintoaine | 527 | kg/d |
| COD _{Mn} | 772 | kg/d |

Turvesoiden kuormitukseksi saadaan siten 340 kg P/a ja 10 200 kg N/a.

4.5 Hajakuormitus

4.5.1 Oulujärven lähivaluma-alue

Kainuun vesi- ja ympäristöpiirissä on arvioitu lähivaluma-alueelta tulevan haja-kuormituksen suuruutta. Laskelmissa on käytetty välittömältä lähivaluma-alueelta Oulujärveen purkautuvan kuormituksen arvioinnissa Rekolaisen (1989) tutkimuksissa saatuja ominaiskuormituslukuja. Peltopinta-alat on mitattu peruskartalta ja korjattu vastaamaan nykytilannetta. Muun alueen kuormitusta on arvioitu Rekolaisen metsäalueilta julkaisemien arvojen avulla. Haja-asutuksen ja loma-asutuksen kuormitus on arvioitu olettamalla kuormituksen olevan 40 % haja-asutuksen ja 10 % loma-asutuksen potentiaalisesta kuormituksesta (3 g P/as x d, 12 g N/as x d).

Jokien tuomia ainemääriä on arvioitu erikseen (taulukko 14). Arvot kuvaavat ihmisen toiminnasta johtuvaa huuhtoumien kasvua eli ns. luonnonkuormitus on laskelmissa vähennetty. Jokien luonnontilaisena fosforipitoisuutena on käytetty 7 µg/l ja typpipitoisuutena 250 µg/l.

Taulukko 14. Arvio Oulujärven lähivaluma-alueelta kohdistuvasta keskimääräisestä fosforin ja typen hajakuormituksesta.

| | Välitön valuma-alue | | Pienet joet | | Yhteensä | |
|----------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Kok.P kg/a | Kok.N kg/a | Kok.P kg/a | Kok.N kg/a | Kok.P kg/a | Kok.N kg/a |
| Niskanselkä | 3933 | 73599 | 2354 | 32288 | 6287 | 105887 |
| Ärjänselkä | 5803 | 102498 | 9723 | 119910 | 15526 | 222408 |
| Paltaselkä | 7641 | 130375 | 2624 | 40376 | 10265 | 170751 |
| Oulujärvi yht. | 17377 | 306472 | 14701 | 192574 | 32078 | 499046 |

Ajallisesti hajakuormitus purkautuu vesistöihin epätasaisesti; valtaosa ainemäärästä purkautuu Oulujärveen tulva-aikana keväällä ja syksyllä. Oulujärven viipymä on aika pitkä, jolloin ainetaseita voidaan tarkastella vuosiaikajänteellä. Vuorokautta kohti laskien saadaan taulukon 14 laskelmien mukaan hajakuormitukseksi 88 kg P/d ja 1367 kg N/d.

Voimakkaimmin hajakuormitus vaikuttaa Oulujärven ranta-alueiden ja lahtien veden laatuun, joten hajakuormitusta on seuraavassa pyritty arvioimaan myös suurimpien lahtien alueelle erikseen.

4.5.1.1 Sokajärvi

Mm. hajakuormituksen vaivaama Sokajärvi on Oulujärven rehevöitynein alue. Tertsusen (1986) mukaan Sokajärven ulkoisen kuormituksen tärkeimpiä lähteitä ovat järven etelä-osaan laskeva Nuottipuro, rantojen haja- ja loma-asutus sekä maatalous. Ulkoisen

ravinnekuormituksen suuruudeksi Tertsunen arvioi 620 kg fosforia ja 11900 kg typpeä vuodessa. Fosforitaselaskelman avulla hän sai järven sisäiseksi fosforikuormitukseksi 1,88 kg/d, mikä on 35 % laskelmassa saadusta kokonaiskuormituksesta.

4.5.1.2 Jormuanlahti

Jormuanlahden välitön valuma-alue on 80 km², lisäksi lahteen laskee Pohjajoki, joka kerää vetensä 86 km²:n alueelta. Myös Salmijärven sairaala-alueen jätevedet kulkeutuvat lahteen. Em. arvioiden mukaan valuma-alueelta kulkeutuu Jormuanlahteen 2050 kg fosforia ja 33100 kg typpeä vuodessa.

4.5.1.3 Mieslahti

Mieslahteen kulkeutuu ravinteita noin 178 km²:n alueelta. Pääosa ravinteista kulkeutuu Miesjoen kautta. Arvion mukaan fosforia Mieslahteen kulkeutuu vuodessa 1750 kg ja typpeä 25400 kg.

4.5.1.4 Varislahti

Varislahden välitön valuma-alue on vain 11 km², jolta alueelta purkautuu fosforia 190 kg vuodessa ja 3500 kg typpeä vuodessa. Pääosa lahteen valuma-alueelta tulevista ravinteista kulkeutuu Varisjoen kautta, jota pitkin kulkevat myös kalalaitosten jäännöskuormitteet. Varisjoen kuormitukseksi on arvioitu 960 kgP/a ja 24 600 kgN/a.

4.5.1.5 Jaalanganlahti

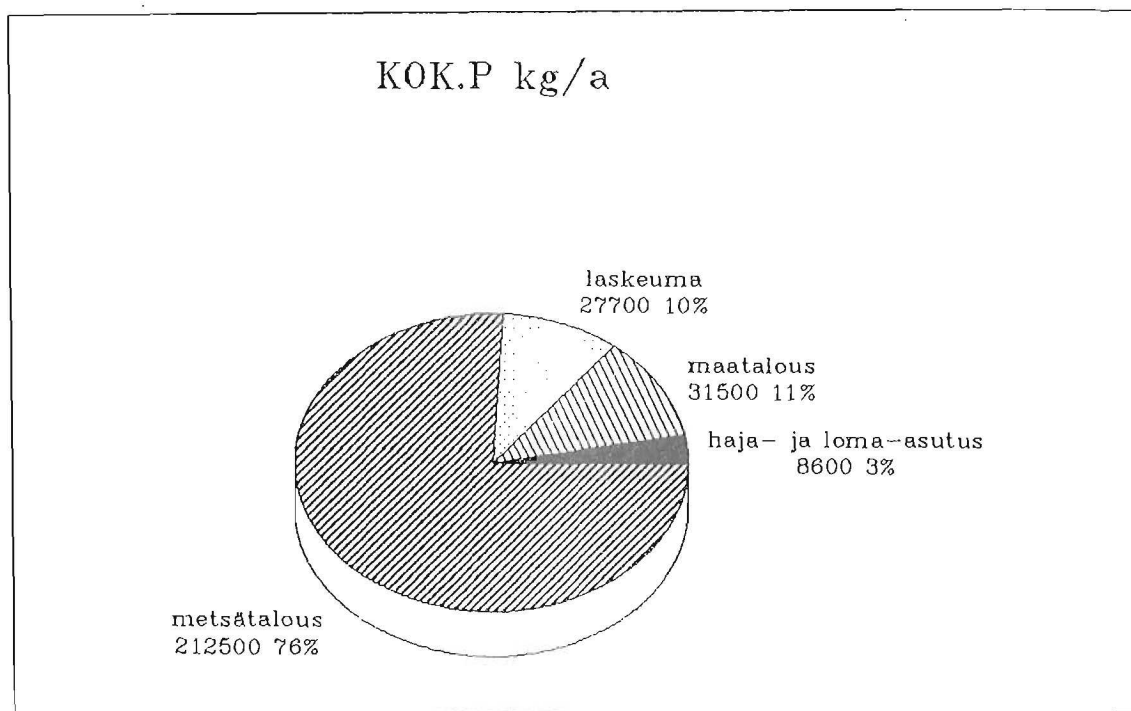
Jaalanganlahden välitön valuma-alue on 28 km². Lisäksi lahteen laskevien Leinosenjoen ja Liminpuron valuma-alueet ovat yhteensä 289 km². Fosforikuormaksi saadaan em. perustein 2300 kg ja typpikuormaksi 50500 kg vuodessa.

4.5.1.6 Painuanlahti

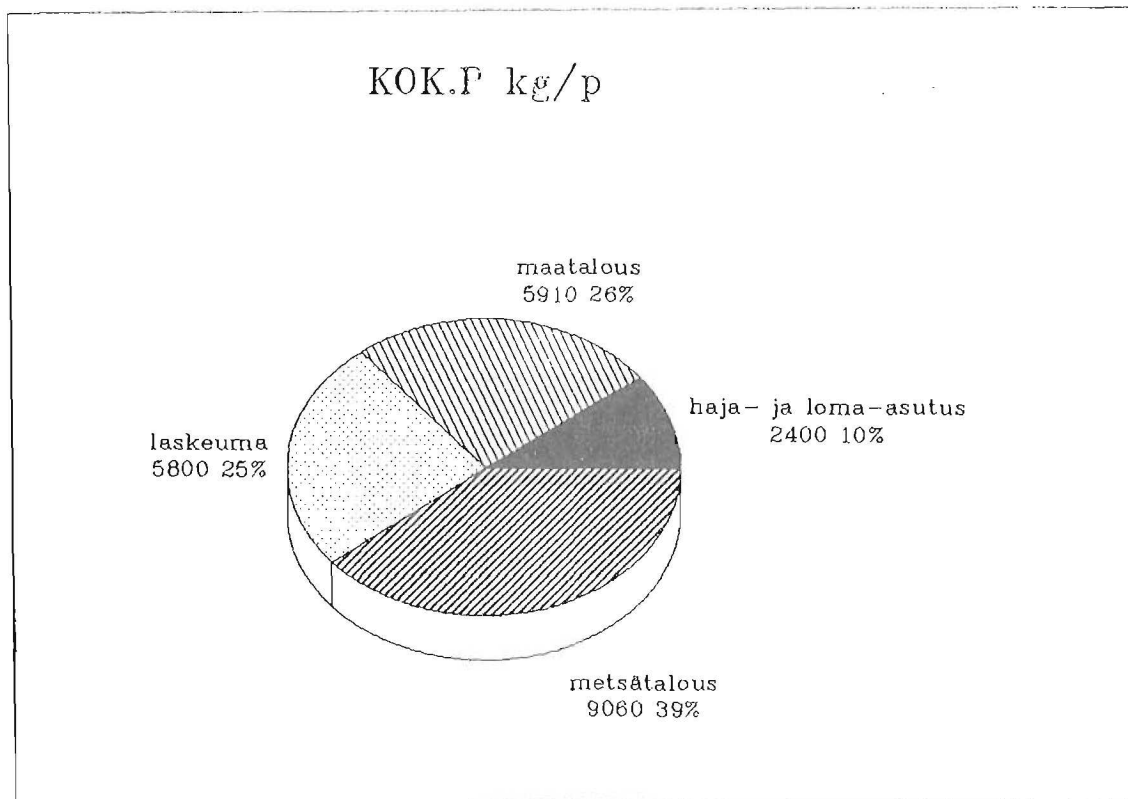
Vesi-Eko Ky (1981) on laatinut Painuanlahden kunnostuksen esiselvityksen, josta seuraavat tiedot on poimittu. Painuanlahden pinta-ala on noin 8,5 km² ja valuma-alue 18 km². Painuanlahtea kuormittaa toistaiseksi hajakuormituksen lisäksi Säräisniemen taajaman jätevedet. Suunnitelmassa on fosforin hajakuormitukseksi arvioitu 680 kg vuodessa.

4.5.1.7 Käkilahti

Käkilahden välitön valuma-alue on 37 km². Lahteen laskevan Vuolijoen valuma-alue on 290 km². Lähialueen huuhtoumaksi on arvioitu 890 kg fosforia vuodessa ja 13600 kg typpeä vuodessa. Vuolijoki kuljettaa lahteen kuormitusta lisäksi noin 5100 kg fosforia vuodessa ja 61000 kg typpeä.



Kuva 10a. Arvio hajakuormituksen jakautumisesta Kainuussa vuositasolla laskettuna.



Kuva 10b. Arvio hajakuormituksen jakautumisesta Oulujärven välittömällä valuma-alueella vuositasolla laskettuna.

4.5.1.8 Vuottolahti

Vuottolahden välitön valuma-alue 44 km². Lahteen kulkeutuu lisäksi jokien mukana (Vuottojoki, Mainuanjoki, Vimpelinjoki) ravinteita n. 503 km² alueelta. Jokivesien mukana kulkeutuvat myös Otanmäen taajaman ja vaunutehtaan jätevedet. Fosforikuormituksen suuruudeksi on arvioitu 5 400 kg/a ja typpikuormitukseksi 72 500 kg/a.

4.5.2 Oulujärven yläpuolinen valuma-alue

Oulujärven yläpuolisten alueiden kuormitus purkautuu Oulujärveen Kajaaninjoen ja Kiehimänjokien kautta. Jokien ainevirtaamia on esitetty taulukossa 15.

Taulukko 15. Petäisenniskan ja Leppikosken keskimääräisiä ainevirtaamia.

| Jakso/ Paikka | Virtaama ¹⁾ m³/s | Kok.P | | Kok.N | |
|------------------|--------------------------------|--------------------|----------|--------------------|-------------|
| | | µg/l ²⁾ | kg/d | µg/l ²⁾ | kg/d |
| Petäisenniska | | | | | |
| I–III (90 d) | 89 | 10 | 77 (54) | 411 | 3160 (1922) |
| IV–VI (91 d) | 91 | 14 | 110 (55) | 420 | 3302 (1966) |
| VII–IX (92 d) | 93 | 26 | 209 (56) | 359 | 2885 (2008) |
| X–XII (92 d) | 79 | 12 | 82 (48) | 355 | 2423 (1706) |
| x | | | 120 (53) | | 2940 (1900) |
| Leppikoski | | | | | |
| I–III (90 d) | 99 | 12 | 103 (60) | 300 | 2566 (2138) |
| IV–VI (91 d) | 124 | 23 | 246 (75) | 400 | 4285 (2678) |
| VII–IX (92 d) | 85 | 17 | 125 (51) | 336 | 2468 (1836) |
| X–XII (92 d) | 101 | 11 | 96 (61) | 275 | 2399 (2182) |
| x | | | 142 (62) | | 2928 (2208) |

¹⁾ v. 1961 – 1980 keskiarvo

²⁾ v. 1962 – 1979 keskiarvo

Oulujärveen Kajaaninjoen ja Kiehimänjoen kautta purkautuu fosforia noin 96 tonnia ja typpeä 2140 tonnia vuodessa. Olettamalla luonnontilaiseksi fosforipitoisuudeksi 7 µg/l fosforia ja 250 µg/l typpeä, saadaan yläpuoliselta valuma-alueelta tulevaksi kuormitukseksi 53700 kg P/a ja 640000 kg N/a.

4.6 Ilman kautta tuleva laskeuma

Suoraan vesistöön ilman kautta tulevia ainemääriä arvioidaan seuraavassa vesistöalan ja Viitämäen havaintoaseman vuosien 1971 – 1982 keskimääräisten laskeumien avulla (kok.P = 9,6 mg m⁻², kok.N = 540 mg m⁻²).

| | Ala ha | Vuosilaskeuma (kg) | |
|-------------|-----------|--------------------|--------|
| | | Kok.P | Kok.N |
| Niskanselkä | 35020 | 3362 | 189108 |
| Ärjänselkä | 40462 | 3884 | 218495 |
| Paltaselkä | 11020 | 1058 | 59508 |
| Oulujärvi | 86502 | 8304 | 467111 |

Jos oletamme, että laskeumasta on 70 % ihmisen toiminnasta johtuvaa, saamme kuormitukseksi 5800 kg P/a ja 327000 kg N/a.

4.7 Muu kuormitus

4.7.1 Hulevedet

Taajama-alueiden hulevesien ravinnepitoisuudet riippuvat aluetyypeistä (esikaupunki-alueet, keskusta-, liikenne- ja teollisuusalueet) ja ovat yleensä aika korkeita. Esim. Kajaanin keskustan huleveden ravinnepitoisuudet vaihtelivat 130 - 510 µg P/l ja 370 - 2200 µg N/l (Melanen 1980). Kesä-elokuun keskimääräinen sadanta Kajaanissa on noin 200 mm. Asemakaavoitettua aluetta Kajaanissa on noin 6 km² ja esikaupunki-alueena pidettävää aluetta noin 18 km². Hulevesien mukana purkautuviksi ainemääriksi voimme arvioida:

| Alue | Pinta- ala km ² | Valunta- kerroin | Virtaama m ³ /d | Fosfori | | Typpi | |
|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------|------|-------|------|
| | | | | µg/l | kg/d | µg/l | kg/d |
| Asemakaava- alue | 6 | 0,6 | 7826 | 300 | 2,3 | 1300 | 10,2 |
| Esikaupunkialue | 18 | 0,4 | 15652 | 200 | 3,1 | 1300 | 20,3 |
| Yht. | 24 | | 23478 | | 5,4 | | 30,5 |

Kajaanin alueen keskimääräinen vuosisadanta on noin 540 mm, joten vastaavilla arvoilla laskien saamme vuosikuormitukseksi noin 1300 kg fosforia ja 7500 kg typpeä. Kuormitus jakautuu hyvin epätasaisesti, sillä talvella kuormitus on käytännössä nolla, kun taas keväällä purkautuu talviajan kuormitus lyhyenä aikana vesistöön.

Osa asemakaava-alueesta on sekaviemäroity, joten näiltä osin hulevesien kuormitus sisältyy Peuraniemen puhdistamon kuormituslukuihin.

Jossain määrin kuormitusta tulee myös pienemmistä taajamista.

4.7.2 Kaatopaikat

Oulujärven alueella on 7 kaatopaikkaa, joilta valumavedet voivat kulkeutua jokea tai puroja pitkin Oulujärveen. Kaatopaikkojen sijainti selviää kuvasta 4.

Kaatopaikoilta vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta on seurattu Majasaaren, Olliskannevan (+ viereinen Maaston kaatopaikka) Vuolijoen ja Paltamon kaatopaikoilta:

| | Kok.P (kg/d) | Kok.N (kg/d) |
|--------------|--------------|--------------|
| Majasaari | 0,05 | 2,6 |
| Olliskanneva | | |
| + Maasto | 0,47 | 4,7 |
| Vuolijoki | 0,01 | 0,2 |
| Paltamo | 0,01 | 1,2 |

4.8 Yhteenvedo kuormituksesta

Taulukkoon 16 on koottu arvio vuosikuormituksen jakautumisesta em. periaattein laskettuna. Jakaumaa on havainnollistettu kuvassa 10c. Luonnonkuormitus ei ole mukana.

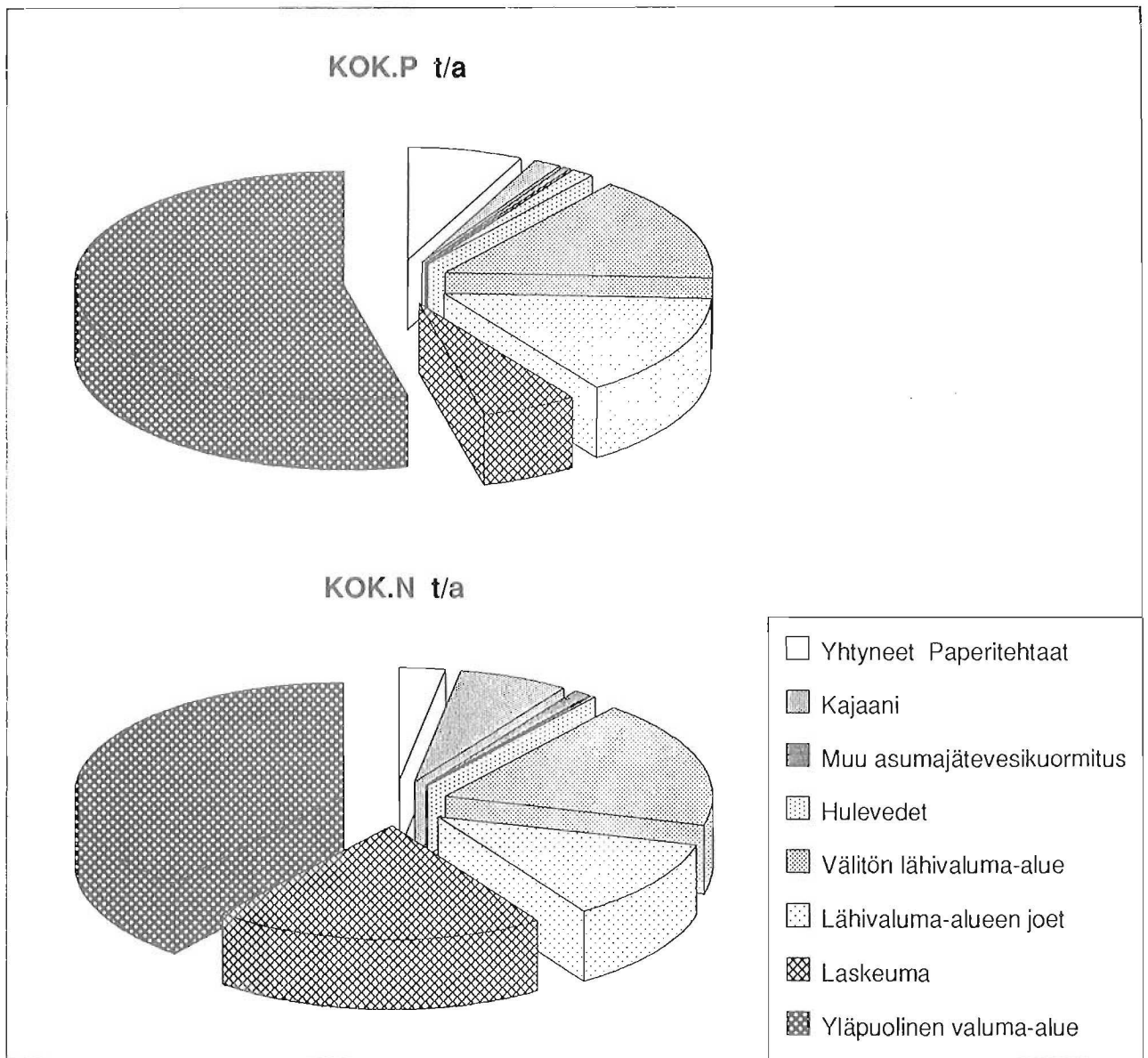
Taulukko 16. Arvio Oulujärveen kohdistuvasta kokonaisfosforin ja kokonaistypen kuormituksesta vuositasolla laskettuna.

| Kuormittaja | Kok.P t/a | Kok.N t/a |
|---------------------------------|--------------|--------------|
| Teollisuus, V. 1990 | | |
| Yhtyneet Paperitehtaat, v. 1990 | 7,0 | 46,0 |
| Yhdyskunnat, v. 1990 | | |
| Kajaani | 1,8 | 112 |
| Vuolijoki | 0,13 | 3,5 |
| Säräisniemi | 0,14 | 0,5 |
| Salmijärvi | 0,002 | 1,4 |
| Paltamo | 0,21 | 7,7 |
| Kontiomäki | 0,07 | 2,3 |
| Otanmäki | 0,04 | 0,15 |
| Hulevedet | 1,3 | 7,5 |
| Yht. | 3,65 | 134,9 |
| Hajakuormitus | | |
| Välitön lähivaluma-alue | 17,4 | 306 |
| Joet | 14,7 | 193 |
| Yht. | 32,1 | 499 |
| Laskeuma | 5,8 | 327 |
| Yläpuolinen valuma-alue | 53,7 | 640 |
| Yhteensä | 102,25 | 1646,9 |

Laskelman mukaan Oulujärveen kohdistuvasta ravinnēkuormituksesta tulee Oulujärven yläpuoliselta valuma-alueelta 40–50 %. Suunnittelualueen jokien mukana kulkeutuvassa kuormituksessa on mukana kalankasvatuksen, turvetuotannon ja kaatopaikkojen kuormitukset.

Kainuun vesi- ja ympäristöpiirissä tehdyn laskelman mukaan välittömän valuma-alueen hajakuormituksesta on peltoalueelta huuhtoutuvien ravinteiden osuus fosforilla n. 40 % ja typellä n. 18 %.

Tuloksia tarkasteltaessa on huomattava, että laskelma kuvaa koko Oulujärven tilannetta. Suunnittelualueen hajakuormitus kohdistuu erillisiin lahtiin, josta ravinteet vasta hiljalleen kulkeutuvat selkävesille. Teollisuuden ja asutuksen jätevedet vaikuttavat merkittävästi välittömän purkualueen tilaan, vaikka niiden osuus kokonaiskuormituksesta on pieni.

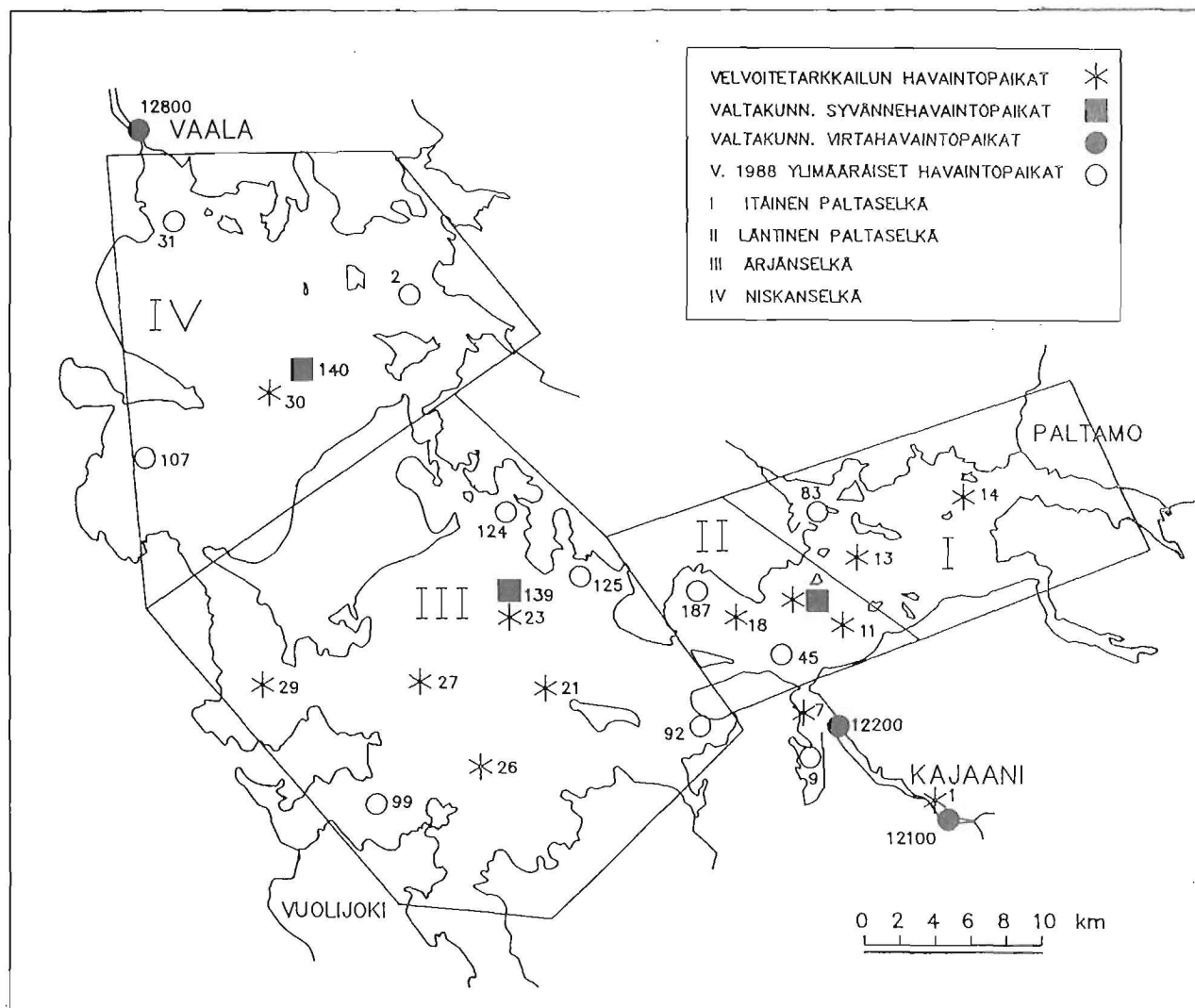


Kuva 10c. Arvio Oulujärven ravinnēkuormituksen jakautumisesta vuositason laskettuna.

5 VESISTÖJEN TILA

5.1 Taustatietoja

Kajaani Oy:n ja Kajaanin kaupungin vesistötarkkailunäytteet otetaan neljä kertaa vuodessa. Joka kolmas vuosi suoritetaan ns. biologinen tarkkailu, jolloin näytteitä otetaan kolmen viikon välein kesäkuun alusta lukien yhteensä kuusi kertaa. Biologisilla perusmäärityksillä laajennettu tarkkailu on tehty 80-luvulla vuosina 1980, 1983 ja 1986. Vuonna 1988 ohjelman toteutusta aikaistettiin ja samalla laajennettiin 11 lisäpisteellä. Oulujärven vedenlaadun havaintopaikat ja osa-aluejako on esitetty kuvassa 11. Velvoitetarkkailun ohella Oulujärven veden laatua ja sen kehitystä on käsitelty useissa muissa eri tutkimuksissa ja vesistöhankeissa. Myös Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri seuraa jatkuvasti Kajaaninjoen ja Oulujärven vedenlaatua.



Kuva 11. Oulujärven vedenlaadun havaintopaikat ja osa-aluejako.

Oulujärven vesi on luonnostaan humuspitoista, väriltään heikosti ruskehtavaa (50 – 70 mg Pt/l), suhteellisen niukkaravinteista ja sen pH on normaali. Seuraavassa esitetään pääkohtia Oulujärven vedenlaadun nykytilasta (v. 1988 laajennettu tarkkailu) ja veden laadun kehityksestä lähinnä velvoitetarkkailuaineistoon perustuen.

5.2 Veden fysikaalis-kemiallinen laatu

5.2.1 Nykytila

5.2.1.1 Kajaaninjoki

Petäisenniskan virtahavaintopaikalla (12100) veden COD_{Mn}-arvot ovat 10 – 13 mg/l ja happitilanne hyvä. Talvella veden fosforipitoisuus on 10 µg/l tuntumassa ja typpipitoisuus 350 – 500 µg/l. Kesällä typpipitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa, fosforipitoisuudet ovat hiukan suurempia.

Kajaaninjokeen kohdistuva kuormitus ilmenee ravinnemäärien ja orgaanisen aineen määrän kasvuna siirryttäessä Petäisenniskalta Kajaaninjoen alavirralle. Selvästi muutos näkyy mm. fosforissa, jonka arvot Kajaaninjoessa ovat noin kaksi kertaa suurempia kuin Petäisenniskalla (kuva 12). Jätevesien sisältämät nopeasti hajoavat orgaaniset aineet sekä pohjasedimenttien kohonnut hapenkulutus aiheuttavat nopeaa hapenkulumista jätevesien vaikutusalueella.

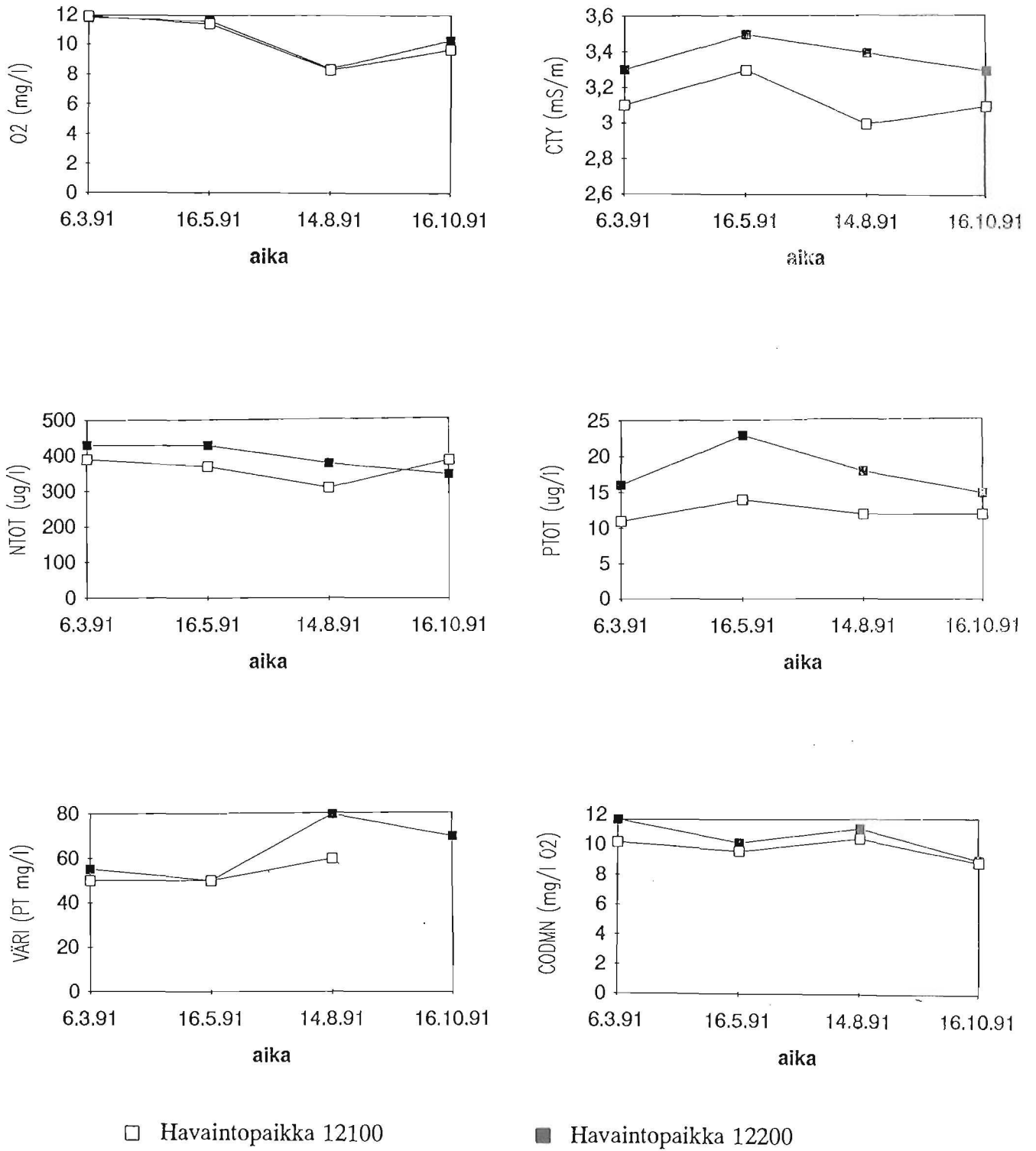
5.2.1.2 Kiehimänjoki

Kiehimänjoen virtahavaintopaikalla (12700) veden COD_{Mn}-arvot ovat 9 – 14 mg/l. Happitilanne on hyvä. Kokonaisfosforipitoisuus on 11 – 17 µg/l. Fosforipitoisuus vaihtelee vuodenajoittain siten, että keväällä ja syksyllä pitoisuudet ovat korkeimmillaan suurimpien virtaamien seurauksena. Suuret vesimäärät erosoivat virratessaan kivennäismaata, jonka partikkeleihin fosfori on kiinnittynyt. Kasvukautena typpi sioutuu tehokkaasti kasvillisuuteen, mistä johtuen huuhtoutuminen vesistöihin vähenee. Kokonaistyyppipitoisuus on siten suurimmillaan kasvukauden ulkopuolisina aikoina (kuva 13).

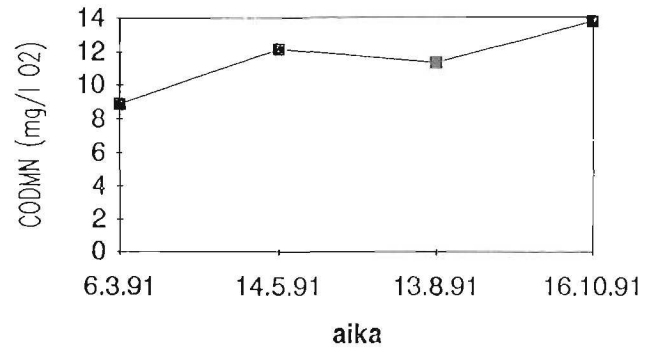
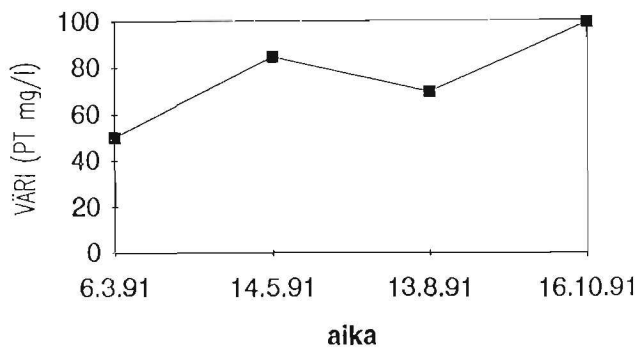
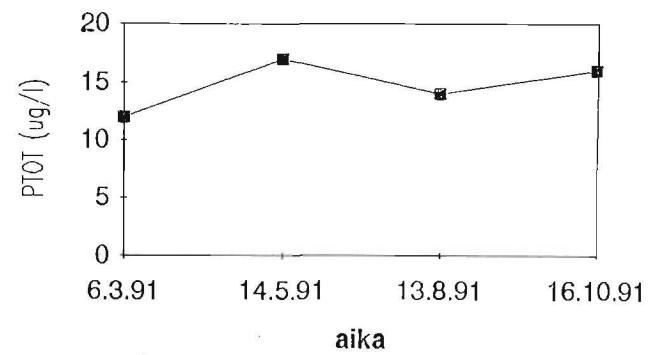
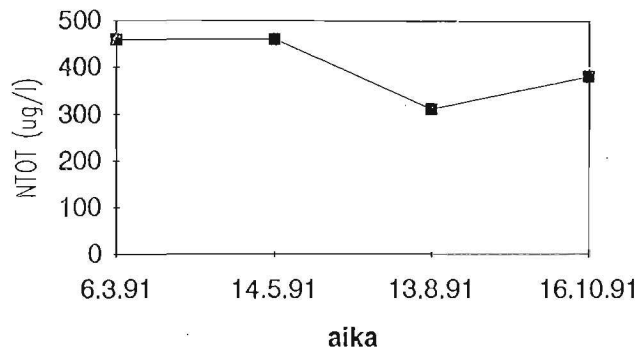
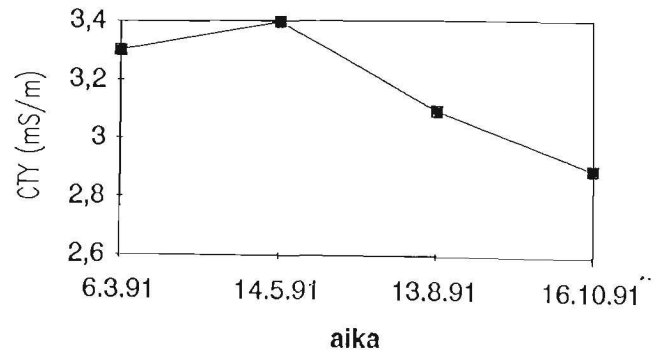
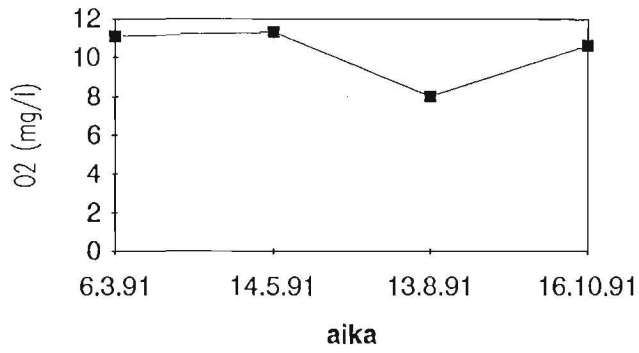
5.2.1.3 Oulujärvi

Oulujärvi on lämpötilakerrostuneisuudeltaan epävakaa. Heikkoa lyhytaikaista kerrostuneisuutta esiintyy yleensä vain lyhytaikaisina jaksoina. Vuonna 1988 lämpötilaerot olivat pohjan ja pinnan välillä suhteellisen vähäisiä, eikä selvää stabiilia harppauskerrosta esiintynyt.

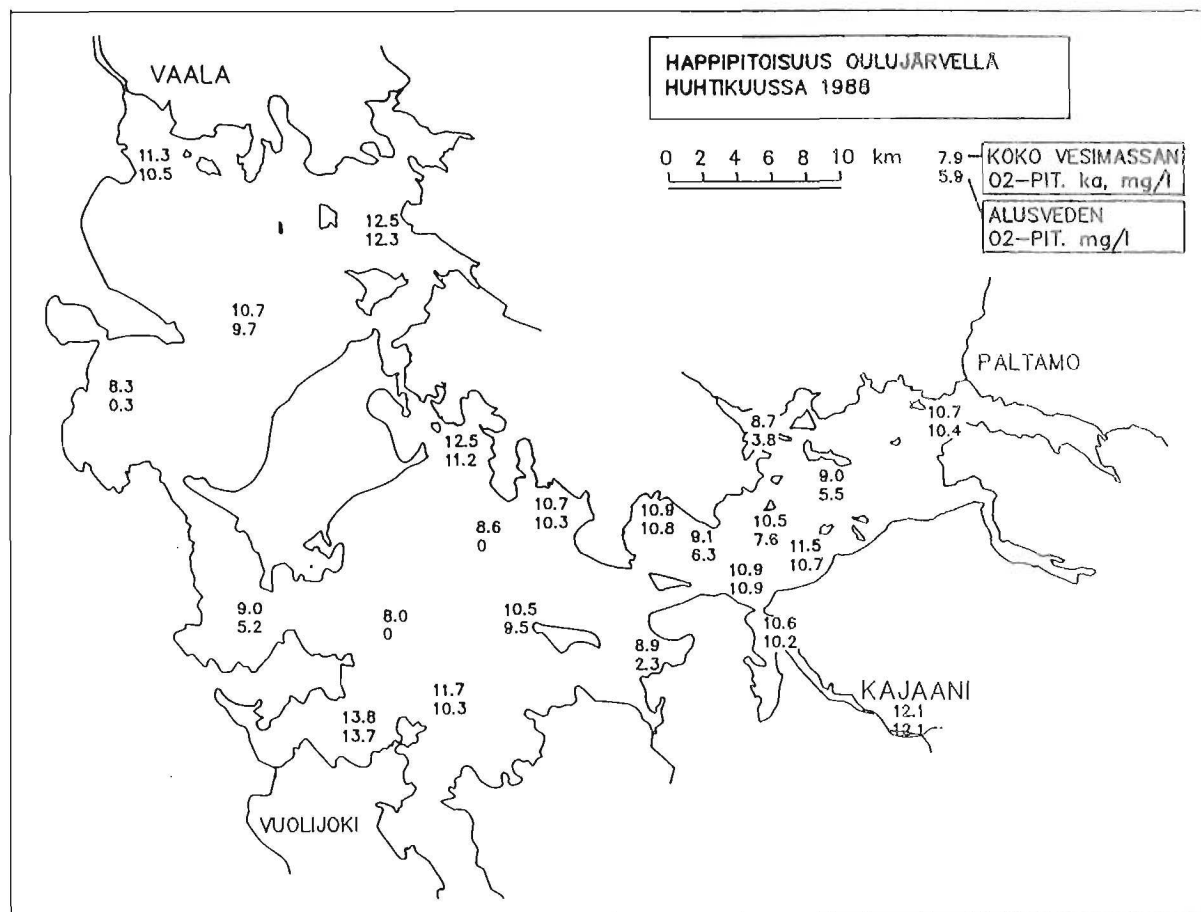
Happitilanne huhtikuussa oli yleisesti ottaen kohtalaisen hyvä, joskin pohjanläheisessä vesikerroksessa esiintyi Ärjänselällä selvää hapenvajausta. Havaintopaikoilla 23 ja 27 happi oli kulunut täysin loppuun (kuva 14). Syvänteiden pohjanläheisessä vesikerroksessa happi voi kulua loppuun myös järvissä, joihin ei varsinaisesti johdeta jätevesiä. Mm. Kajaaninjoen yläpuolisella Rehjänselällä (havaintopiste 135) happi oli kulunut loppuun syvänteessä. Kesällä jätevesien vaikutus ilmeni selvästi Paltajärvellä, missä vesimassan happipitoisuuden keskiarvo oli alle 5 mg/l (kuva 15).



Kuva 12. Kajaaninjoen vedenlaatu-tietoja (1 m) joen ylä- ja alaosalla v. 1991. Näytteet ottanut ja analysoinut Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri. Havaintopaikat (12100, 12200) on esitetty kuvassa 11.



Kuva 13. Kiehimänjoen vedenlaatutietoja (1 m) v. 1991, virtahavaintopaikka 12700. Näytteet otannut ja analysoinut Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri.

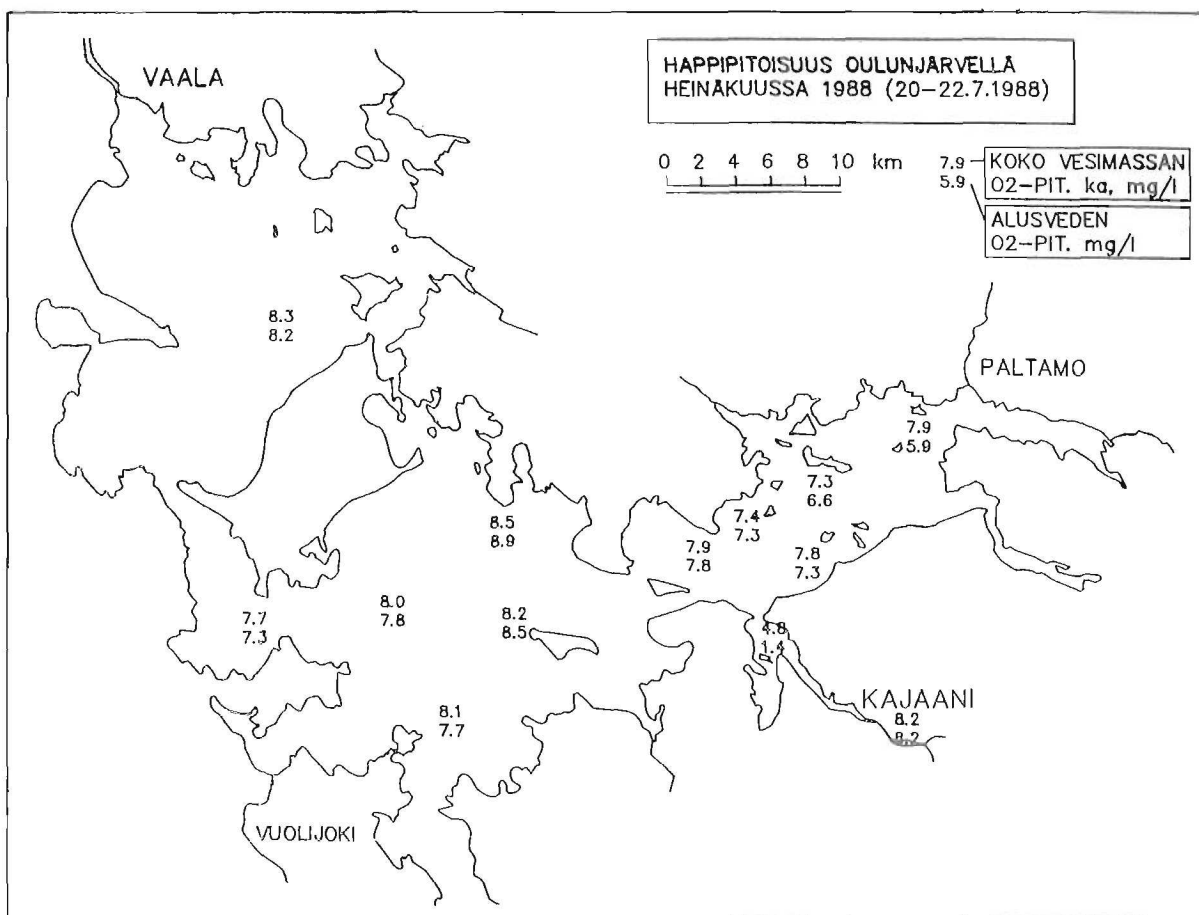


Kuva 14. Oulujärven happipitoisuus (keskiarvo ja alusveden (1 m) pitoisuus) HUHTIKUUSSA 1988.

Huhtikuun havaintokerralla Oulujärven vesi oli lievästi hapanta, **pH** 6,1 – 6,7 ja **sähkönjohtavuus**arvot olivat 2,7 – 6,0 mS/m. Avovesikaudella kasviplanktontuotanto nosti pH:n seitsemän tuntumaan. Kajaaninjoessa jätevesien vaikutuksesta johtokyky nousi lievästi, noin 0,1 – 1,8 mS/m.

Kemiallinen hapentarve (COD_{Mn}) ja **väri** kuvaavat veden sisältämän orgaanisen aineen määrää (mm. humus, jätevesien org. yhdisteet). Veden väriin vaikuttavat orgaanisen aineen lisäksi muut väriä aiheuttavat yhdisteet, mm. rauta. Talvella väriarvot olivat Oulujärvelle tavanomaisia, 65 – 75 mg Pt/l ja COD_{Mn} -arvot 10 – 13 mg/l. Kohonneita väriarvoja (80 – 100 mg Pt/l) tavattiin Ärjänselän pohjoisosassa (P21). Kajaaninjoessa väri- ja COD_{Mn} -arvot kasvavat talvella +0 – 5 mg Pt/l ja +1 – 8 mg O_2 /l. Kesällä arvot kasvavat vastaavasti +5 – 30 mg Pt/l ja +0 – 1,2 mg O_2 /l.

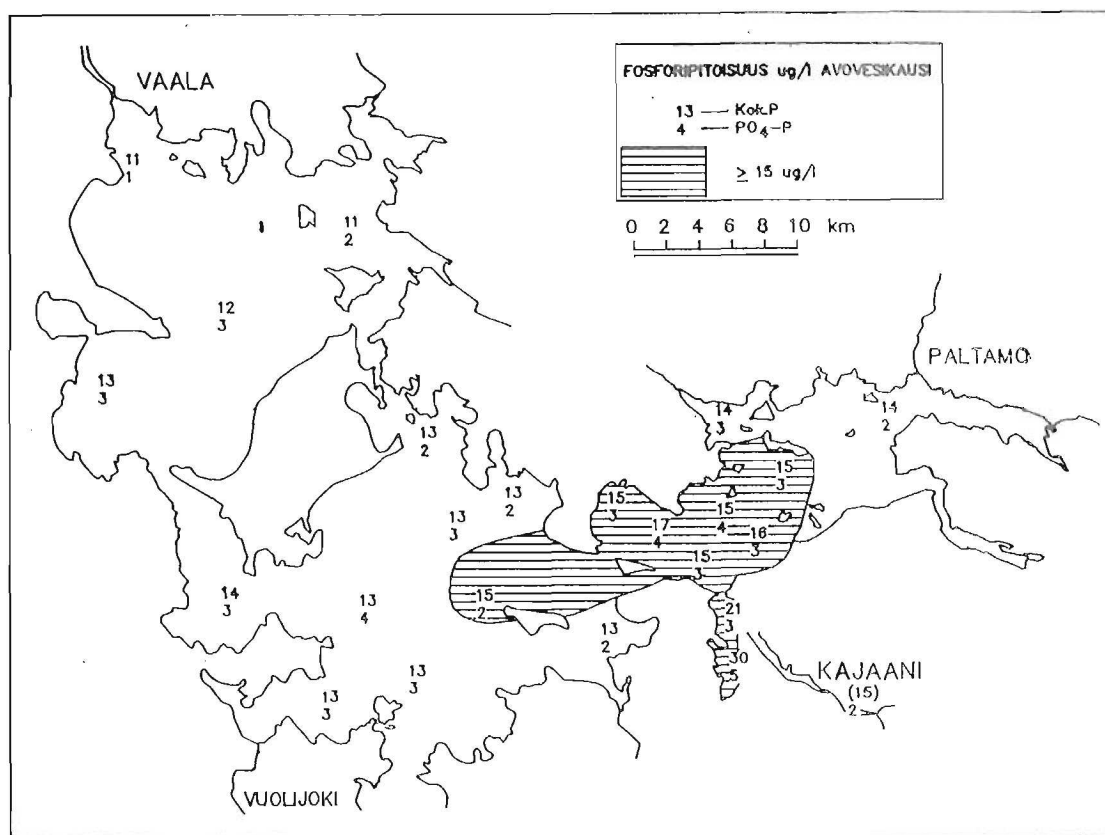
Biologinen hapenkulutus (BOD_7) on määritetty Paltajärvestä (P7) ja Paltaselän länsiosasta (P16). Paltaselällä arvot olivat talvi- ja kesänäytteenottokerralla pieniä, 0,7–1,5 mg/l. Myös Paltajärvestä arvot olivat kesäaikana alhaisia (1,0 – 1,7 mg/l), mutta huhtikuussa alusvedessä oli selvästi kohonneita pitoisuuksia (11,5 mg/l).



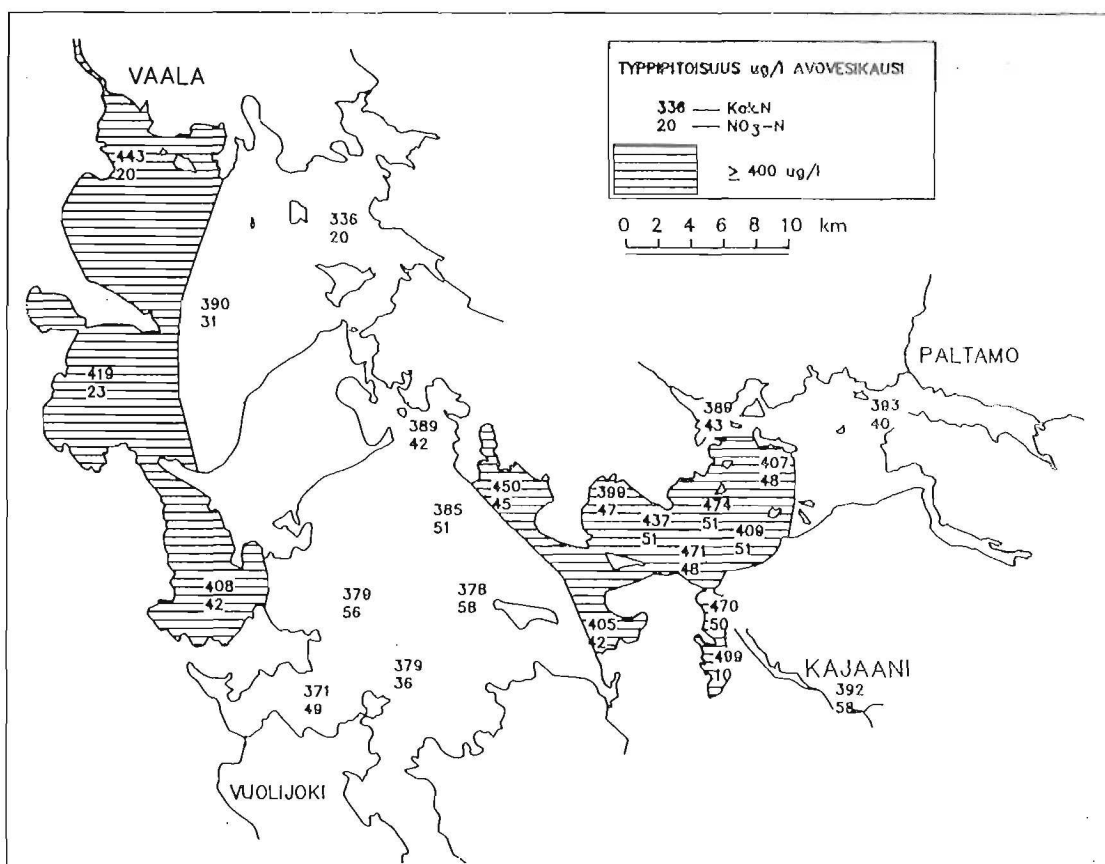
Kuva 15. Oulujärven happipitoisuus (keskiarvo ja alusveden (1 m) pitoisuus) HEINÄKUUSSA 1988.

Ligniinipitoisuutta natriumlignosulfonaattina (NaLS) mitattuna määritettiin ohjelman mukaisesti talvella ja kolme kertaa avovesikaudella. Menetelmä kuvaa lähinnä sulfiittisellutehtaan jätevesien vaikutusta, joten arvoilla ei ole sellutehtaan lopettamisen jälkeen merkittävää indikaattoriarvoa. Avovesikaudella arvot olivat Oulujärvessä pieniä, yleensä alle Kajaaninjoen yläosalla mitattujen arvojen (0,9 –1,3 mg/l). Huhtikuussa lievästi kohonneita arvoja todettiin Ärjänselän länsiosassa ja Paltajärvessä. NaLS-arvoihin vaikuttaa yleensä orgaanisen aineksen määrä ja kohonneita pitoisuuksia havaittiin myös Kajaaninjoen yläpuolella Rehjänselän syvänteessä.

Kokonaisfosforipitoisuus Oulujärven pintakerroksessa oli huhtikuussa 11 – 19 µg/l. Havaintopaikalla, missä esiintyi alusveden hapenvajausta, olivat pohjasta vapautumisen myötä pitoisuudet korkeita, 30 – 70 µg/l. Avovesikaudella Paltajärven kokonaisfosforipitoisuus oli pintavedessä keskim. 21 µg/l, Länt. Paltaselällä 15 – 17 µg/l, It. Paltaselällä 14–15 µg/l, Ärjänselällä 13 – 15 µg/l ja Niskanselällä 11 –13 µg/l. Fosfaattimuodossa fosforia oli 1 – 4 µg/l (kuva 16). Fosfaattimuodossa oleva fosfori lähes loppui elokuun lopulla kasviplanktonmaksimin aikana Läntisellä Paltaselällä ja Niskanselällä.



Kuva 16. Oulujärven pintaveden (1 m) fosforipitoisuus avovesikaudella 1988.



Kuva 17. Oulujärven pintaveden (1 m) typpipitoisuus avovesikaudella 1988.

Kokonaistyyppipitoisuus oli tuotantokauden alkaessa 500 – 750 µg/l. Heinä – elokuussa pitoisuudet vaihtelivat pintakerroksessa 250 – 450 µg/l (kuva 17). Avovesikauden keskiarvona laskien yli 400 µg/l esiintyviä kokonaistyyppipitoisuuksia tavattiin Länt. Paltaselällä, Ärjänselän itäosassa ja Niskanselän länsiosassa. Niskanselän nitraattityypipitoisuudet (20 – 30 µg/l) olivat kuitenkin puolta pienempiä kuin Ärjänselän ja Paltaselän pitoisuudet.

5.2.1.4 Sokajärvi

Pääasiassa hajakuormituksen vaivaaman Sokajärven veden laatu on selvästi heikompaa kuin Oulujärven veden laatu. Huhtikuussa oli alusvesi normaaliin tapaan hapeton ja välivedenkin happitilanne oli heikko. Sisäkuormittuneisuudesta johtuen alusveden ravinnepitoisuudet olivat huomattavan korkeita. Avovesikaudella ravinnepitoisuudet olivat 411 – 545 µg N/l ja 25 – 36 µg P/l.

Sokajärven veden laatuun vaikuttaa järven oman valuma-alueen lisäksi, pääasiassa keväällä lumen suluttua ja Oulujärven veden pinnan voimakkaasti noustessa, Paltajärvestä virtaava vesi. Paltajärven keskimääräinen fosforipitoisuus on selvästi alhaisempi kuin Sokajärven, joten Paltajärven vedet laimentavat Sokajärven pitoisuuksia. Toisaalta jätevedet nostamalla Paltajärvestä tulevien vesien ainepitoisuuksia pienentävät laimennusvaikutusta.

5.2.2 Veden laadun kehitys

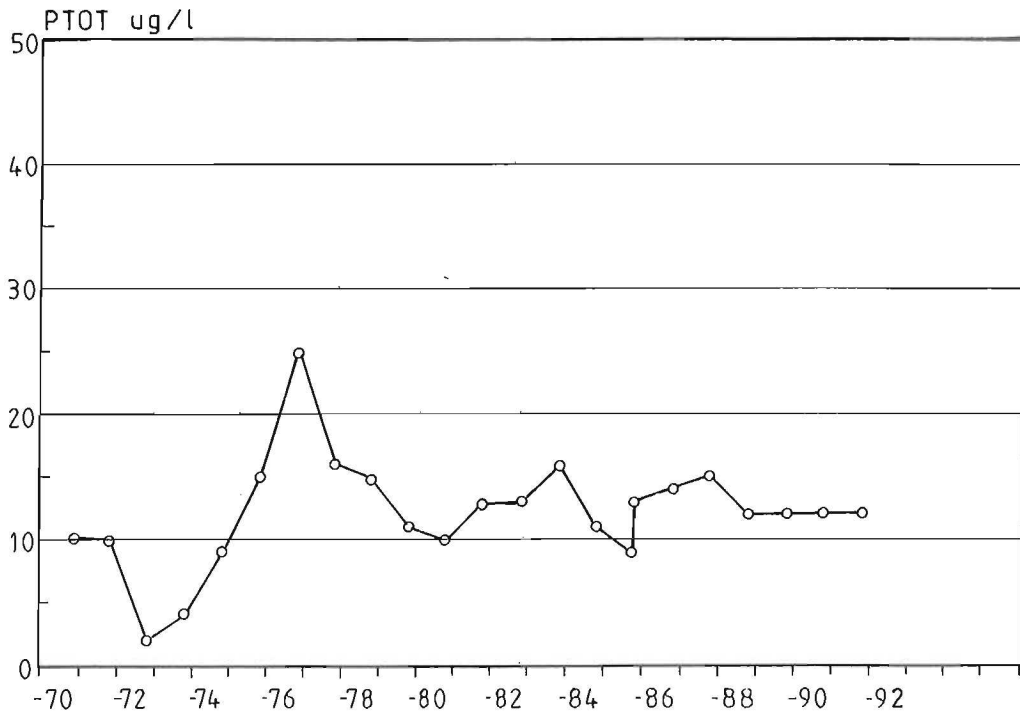
Rehjänselältä Kajaaninjokeen purkautuvien vesien laadussa ei viimeisten 20 vuoden aikana ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Heilahtelut veden laadussa heijastavat lähinnä sääolojen ja virtaamien vaihtelujen aiheuttamia muutoksia (kuva 18a).

Hyrynsalmen reitiltä Kiehimäjoen kautta Oulujärveen purkautuvien vesien laadussa on 20 vuoden aikana havaittavissa jonkinasteista heikentymistä. Kokonaisfosforipitoisuus on 1980-luvulla ollut lokakuun havaintojen perusteella korkeammalla tasolla kuin 1970-luvulla (kuva 18b). Hyrynsalmen reitillä virtaamamuutoksilla on erityisen selvä vaikutus veden laatuun, sillä reitin alaosalla on vähän järviä sedimentoimassa vedessä kulkevia aineksia.

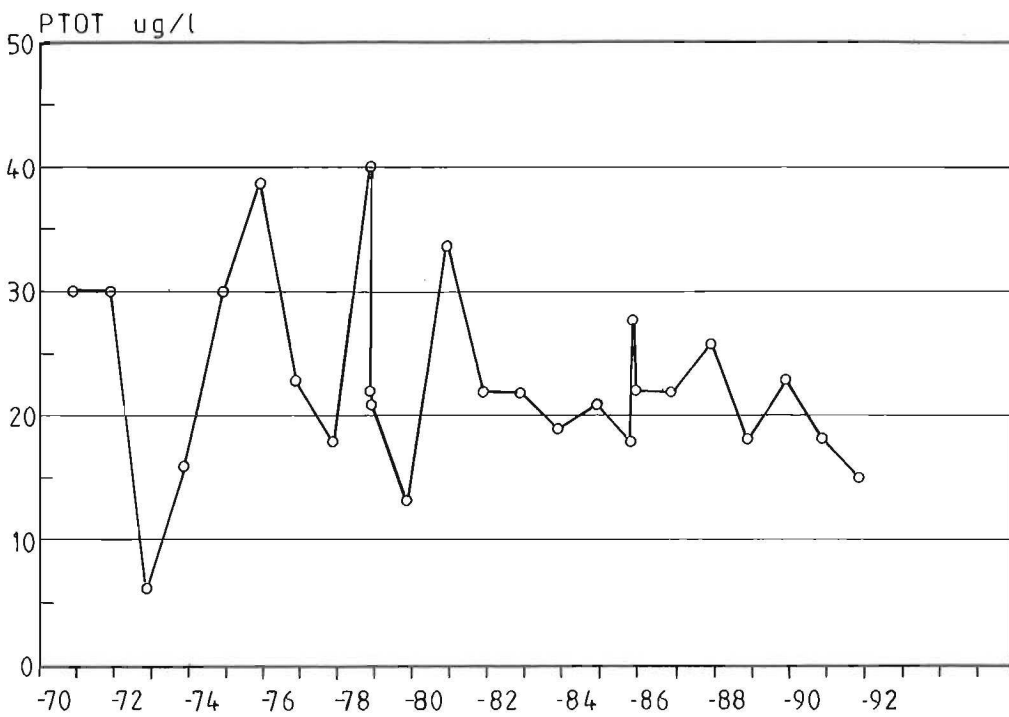
Kolmen viikon välein tapahtuvaa tehostettua veden laadun seurantaa on suoritettu vuosina 1980, 1983, 1986 ja 1988. Näytteet on otettu lähes samoista pisteistä, samalla tavalla ja samalla tiheydellä, joten ne ovat vertailukelpoisia keskenään.

Kesä-lokakuun pintaveden kokonaisfosforipitoisuudet v. 1988 olivat kokonaisuutena ottaen 1980-luvun alkuvuosien tasolla. Ärjänselällä ja Niskanselällä on todettavissa lievä laskeva suuntaus. Itäisellä ja läntisellä Paltaselällä pitoisuudet olivat korkeimmillaan vuosina 1983 ja 1986 ja vuonna 1988 pitoisuudet ovat laskeneet 1980-luvun alun tasolle (kuva 19). Liukoisia ravinteita ei ole vuonna 1980 määritetty biologisen tarkkailun yhteydessä, mutta vuoden 1988 fosfaattifosforin pitoisuudet ovat kaikilla osaluveilla olleet pienempiä kuin v. 1983 ja 1986 (kuva 20).

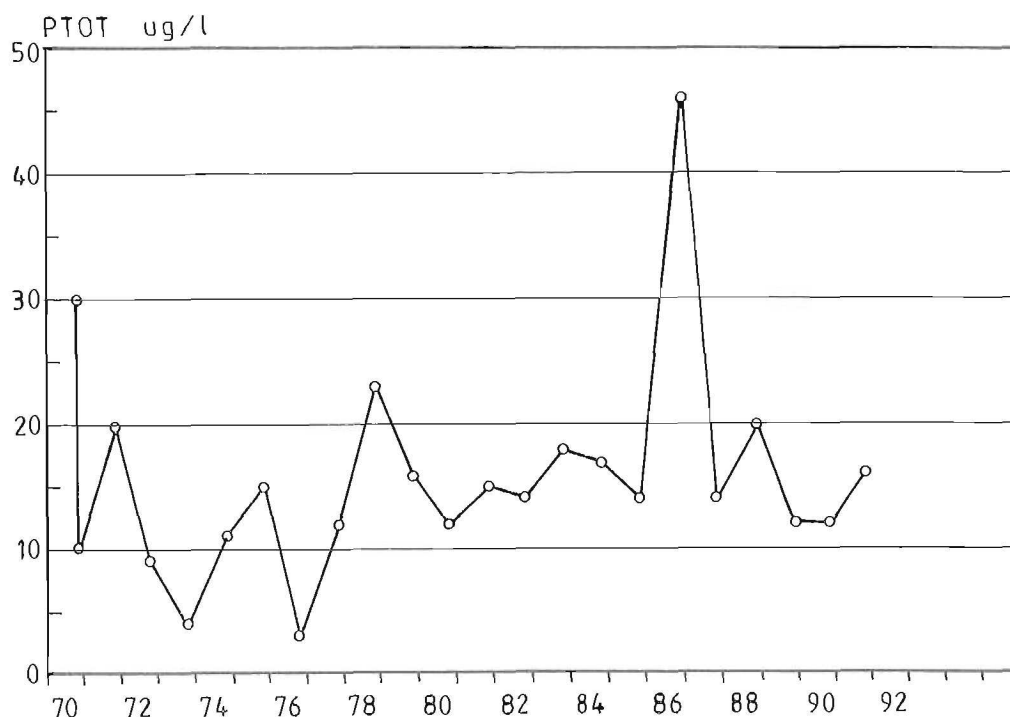
PETÄISENNISKA 12100



KAJAANINJOKI 12200



Kuva 18a. Petäisenniskan havaintopaikan (12100) ja Kajaaninjoen havaintopaikan (12200) fosforipitoisuuden lokakuun havaintojen kehitys v. 1970–1991.



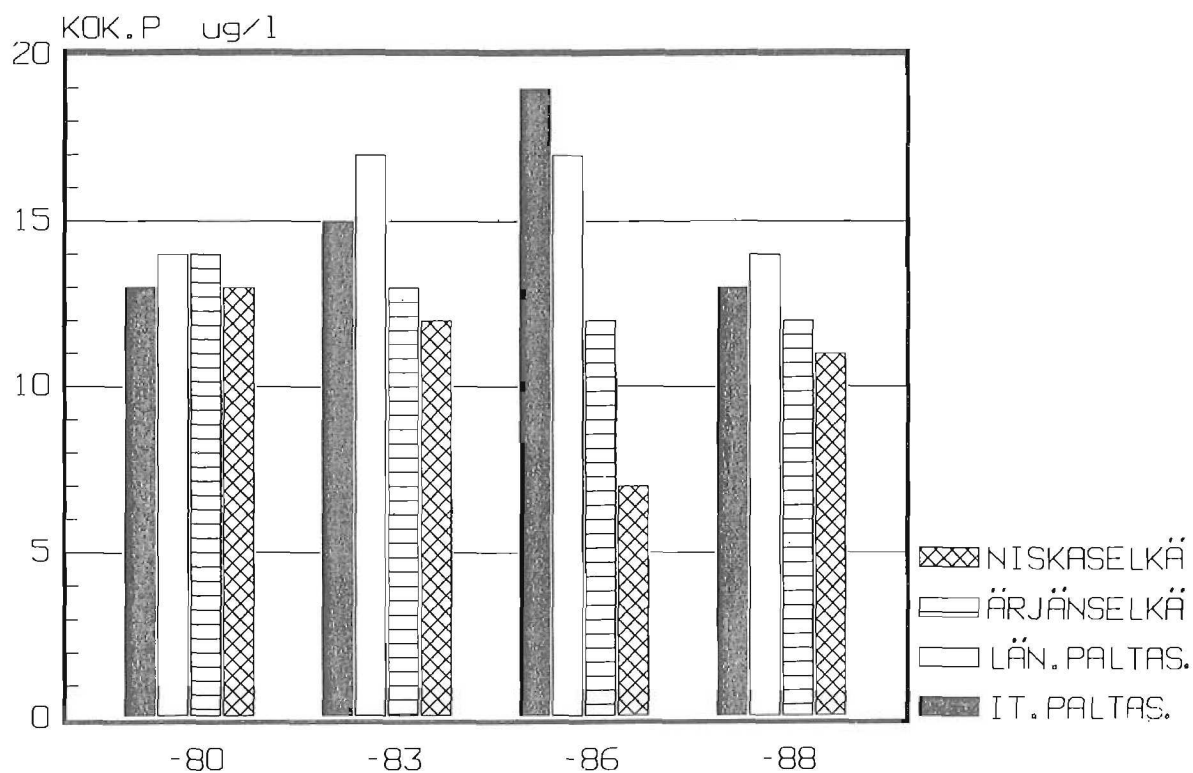
Kuva 18b. Kiehimäjoen havaintopaikan (12700) fosforipitoisuuden lokakuun havaintojen kehitys v. 1970–1991.

Kokonaistyyppipitoisuudet ovat hieman laskeneet 1980-luvulla. Kokonaistyyppipitoisuudet olivat korkeimmillaan v. 1983 (kuva 21). Myös nitraattitypen pitoisuudet ovat laskeneet vuoden 1983 tasolta (kuva 22).

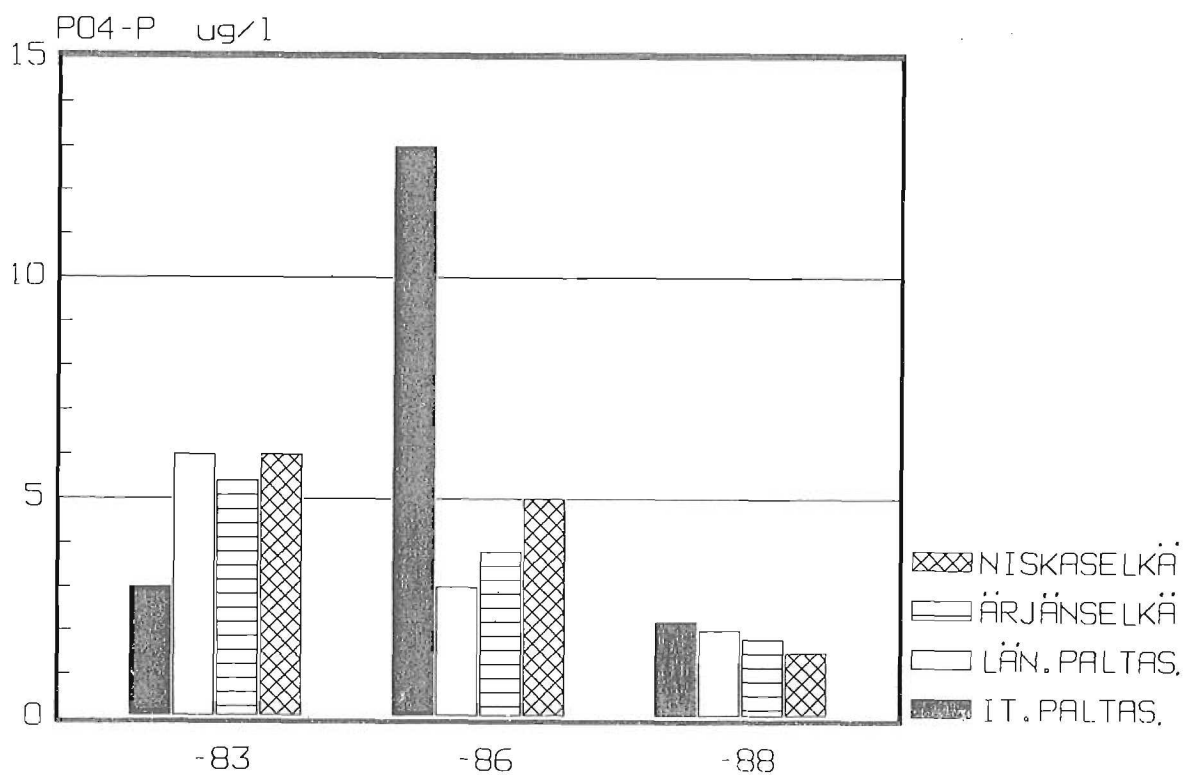
Kajaaninjoen virtaaman ollessa normaali Paltajärven viipymä on vain muutamia vuorokausia eikä järvi pääse tällöin kerrostumaan. Kesällä veden ja sedimentin lämpötilasta johtuen hapen kuluminen on nopeaa, joten Paltajärven happipitoisuus korreloi hyvin voimakkaasti Kajaaninjoen virtaamien kanssa. Virtaaman ollessa pieni nopea kulutus aiheuttaa tuntevan happipitoisuuden laskun Paltajärven koko vesimassassa (esim. 1980). 1960- ja 1970-luvuilla jääpeitteisenä aikana Paltaselän alusvedessä esiintyi voimakasta hapenvajausta. Myös heinä – elokuulla varsinkin lyhytaikaisten kerrostuneisuusjaksojen aikana ilmeni Paltaselän alusvedessä hapenvajausta. Kuormituksen vähentyminen näkyy selvästi koko Oulujärven kevättalvisten happipitoisuuksien paranemisena (kuva 23).

Sokajärvellä ei ole suoritettu säännöllisesti tehostettua tarkkailua, joten sen veden laadun kehitystä kuvataan yksittäisten velvoitetarkkailunäytteiden perusteella.

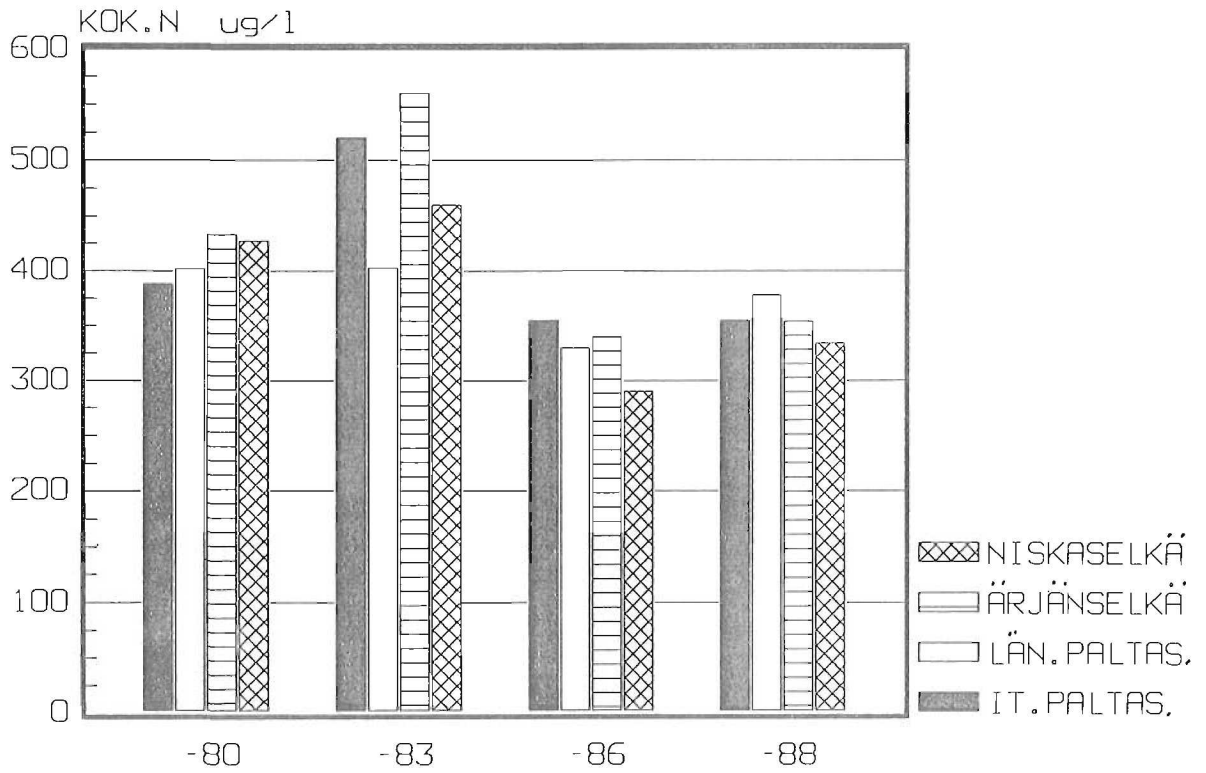
Velvoitetarkkailutulosten mukaan Sokajärven kesän aikaisissa kokonaisfosforipitoisuuksissa on tapahtunut lievää nousua. Typen osalta eri vuosien välinen vaihtelu on ollut kohtalaisen suurta, mutta lievä nouseva suuntaus on typenkin osalta havaittavissa. Talviset NaLS-pitoisuudet ovat laskeneet vuosikymmenen alusta. Sokajärven happitilanne on parantunut 1980-luvulla (kuva 24).



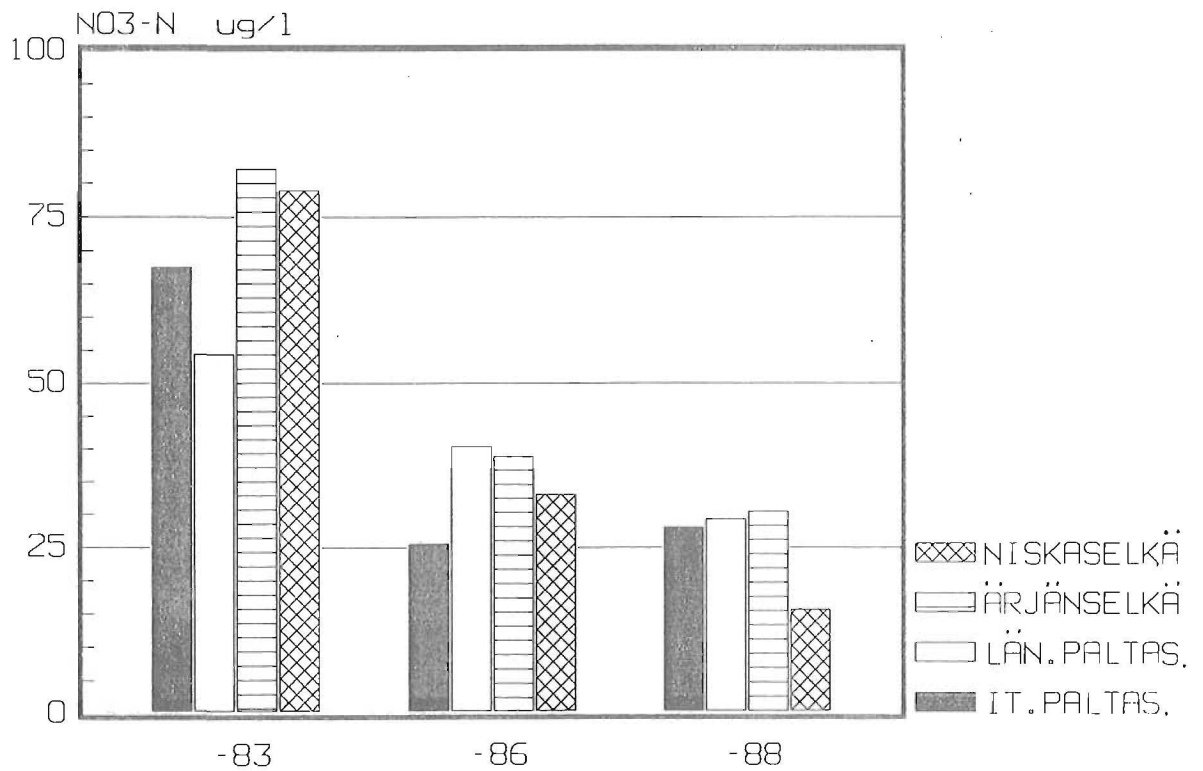
Kuva 19. Avovesikauden kokonaisfosforipitoisuus Oulujärvellä 1980-luvulla suoritettujen tehostettujen tarkkailukertojen perusteella esitettynä.



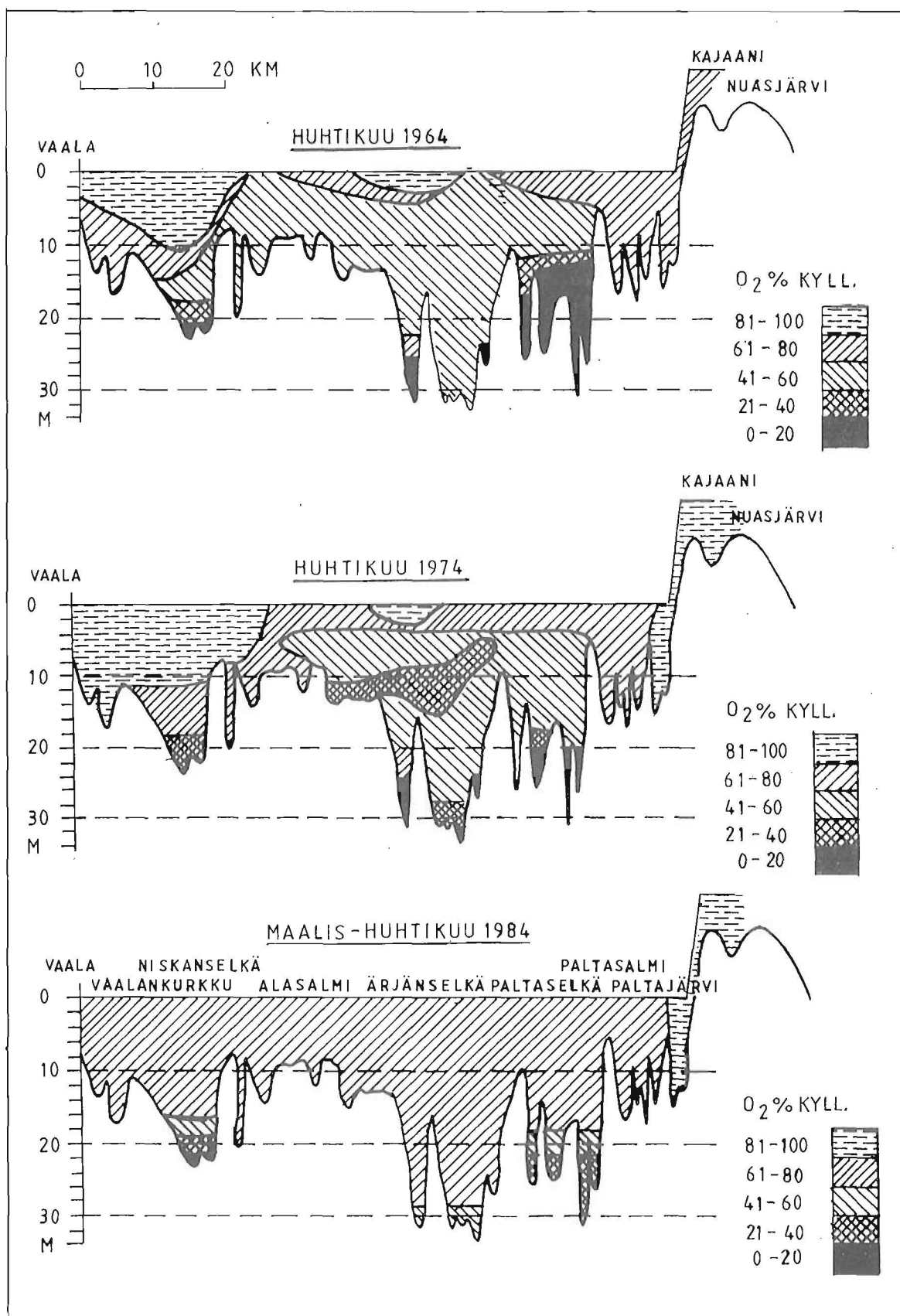
Kuva 20. Avovesikauden fosfaattifosforipitoisuus Oulujärvellä 1980-luvulla suoritettujen tehostettujen tarkkailukertojen perusteella esitettynä.



Kuva 21. Avovesikauden kokonaistyyppipitoisuus Oulujärvellä 1980-luvulla suoritettujen tehostettujen tarkkailukertojen perusteella esitettynä.

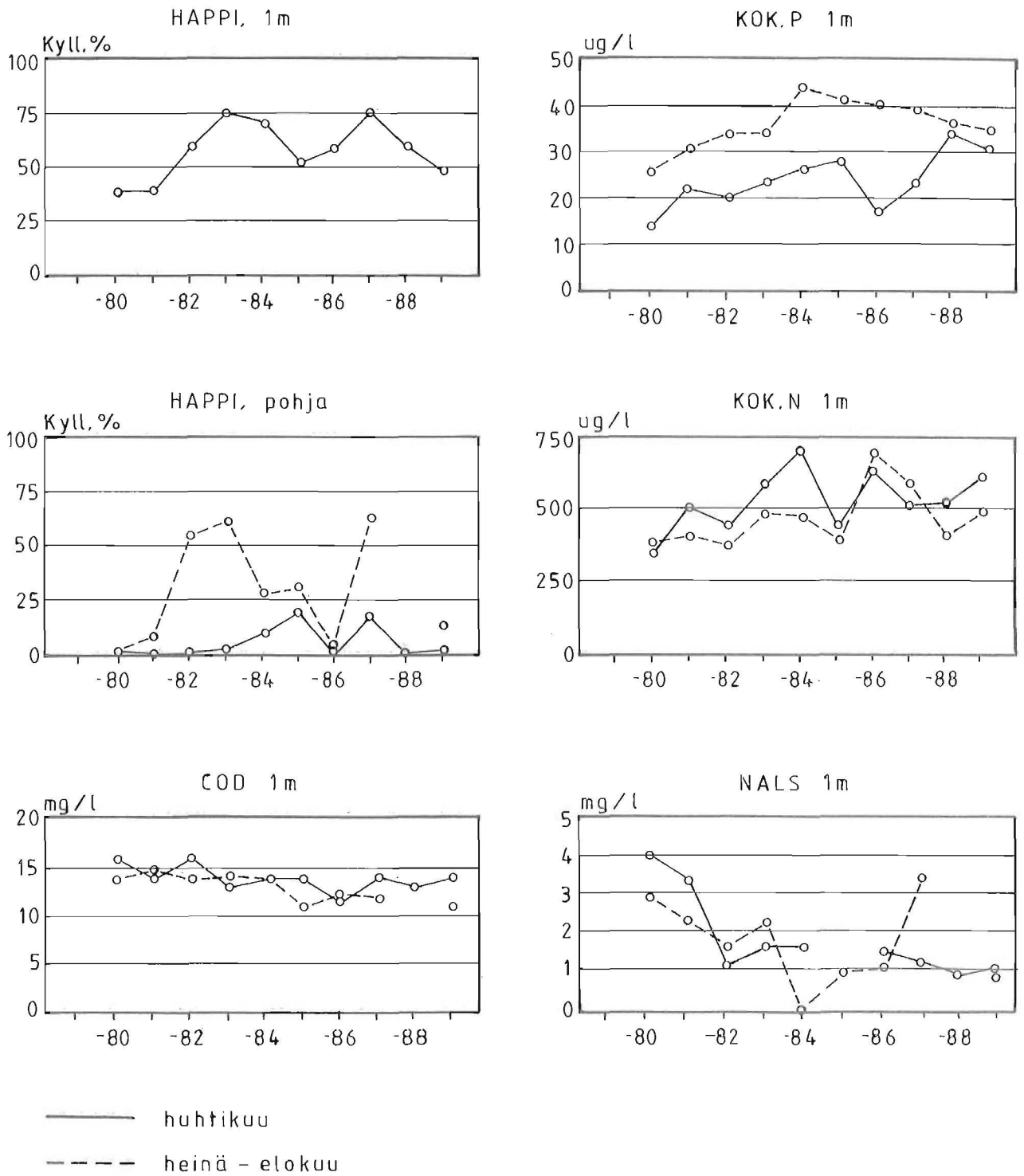


Kuva 22. Avovesikauden nitraattityyppipitoisuus Oulujärvellä 1980-luvulla suoritettujen tehostettujen tarkkailukertojen perusteella esitettynä.



Kuva 23. Oulujärven kevättalvinen happipitoisuus vuosina 1964, 1974, ja 1984. (Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri).

SOKAJÄRVI



Kuva 24. Sokajärven veden laadun kehitys vuosina 1979 - 1989 velvoitetarkkailutulosten perusteella esitettynä.

5.3 Minimiravinne

Minimiravinteesta eli kasviplanktontuotantoa rajoittavasta ravinteesta saadaan viitteitä ravinnesuhdetarkastelussa. Tarkastelussa voidaan käyttää mm. seuraavia Forsbergin ym. (1987) esittämiä arvoja:

| Kokonais N/P | Epäorg. N/P | Minimiravinne |
|--------------|-------------|---------------|
| < 10 | < 5 | N |
| 10 – 17 | 5 – 12 | N tai P |
| > 17 | > 12 | P |

Epäorgaanisilla ravinteilla katsotaan olevan enemmän merkitystä kuin kokonaisravinteilla, koska kokonaisravinteista osa on kiintoaineeseen sitoutunutta eikä sellaisenaan sovellu levien käyttöön.

Sekä kokonais- että epäorgaaniset ravinnesuhteet viittaavat selvästi fosforin olevan minimiravinne kaikilla osa-alueilla, kuten yleensä sisävesialueilla (taulukko 17). Päättelmää tukee myös fosfaattifosforin pienet pitoisuudet tuottavassa kerroksessa keski- ja loppukesällä.

TAULUKKO 17. Ravinnesuhteet ja niiden perusteella määritetty minimiravinne Oulujärvellä avovesikauden 1988 tulosten perusteella esitettynä. $\text{NH}_4\text{-N}$ on määritetty vain v. 1988 ylimääräisistä havaintopaikoista.

| | Kok. (N/P) | Minimi- ravinne | Eo (N/P) | Minimi- ravinne |
|------------------|---------------|--------------------|-------------|--------------------|
| Länt. Paltaselkä | 27 | P | 20 | P |
| Ärjänselkä | 30 | P | 20 | P |
| Niskanselkä | 33 | P | 18 | P |
| It. Paltaselkä | 28 | P | – | |
| Paltajärvi | 22 | P | – | |

kok.(N/P) = kokonaisravinteiden suhde

Eo (N/P) = epäorgaanisten ravinteiden suhde

5.4 Rehevyystaso

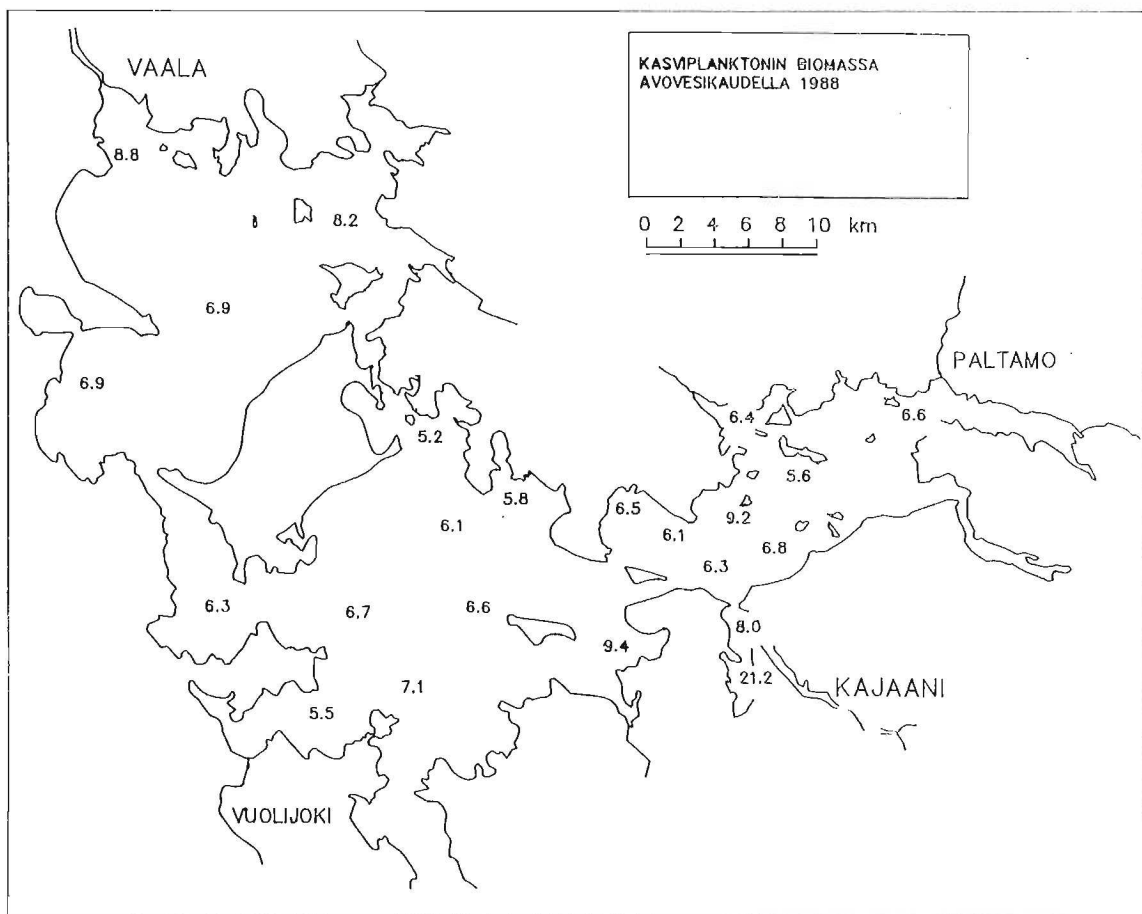
Järvessä perustuotanto tapahtuu pääasiassa planktisen levästön välityksellä. Levänkasvua ensisijaisesti sääteleviä perustekijöitä ovat valaistus, lämpötila, ravinteet ja hiven-aineet sekä sopiva hiililähde. Luonnossa eläinplanktonin ja kalojen aiheuttama predaatio säätelevät myös kasviplanktonien määrää.

Jätevesillä on bakteeritoimintaa ja levänkasvua inhiboivia (hidastavia) ja stimuloivia (kiihdyttäviä) vaikutuksia. Talsin (1986) mukaan inhibiitiovyöhyke on myrkkynuormituksen vähentyessä pienentynyt ja se rajoittuu lähinnä purkualueelle.

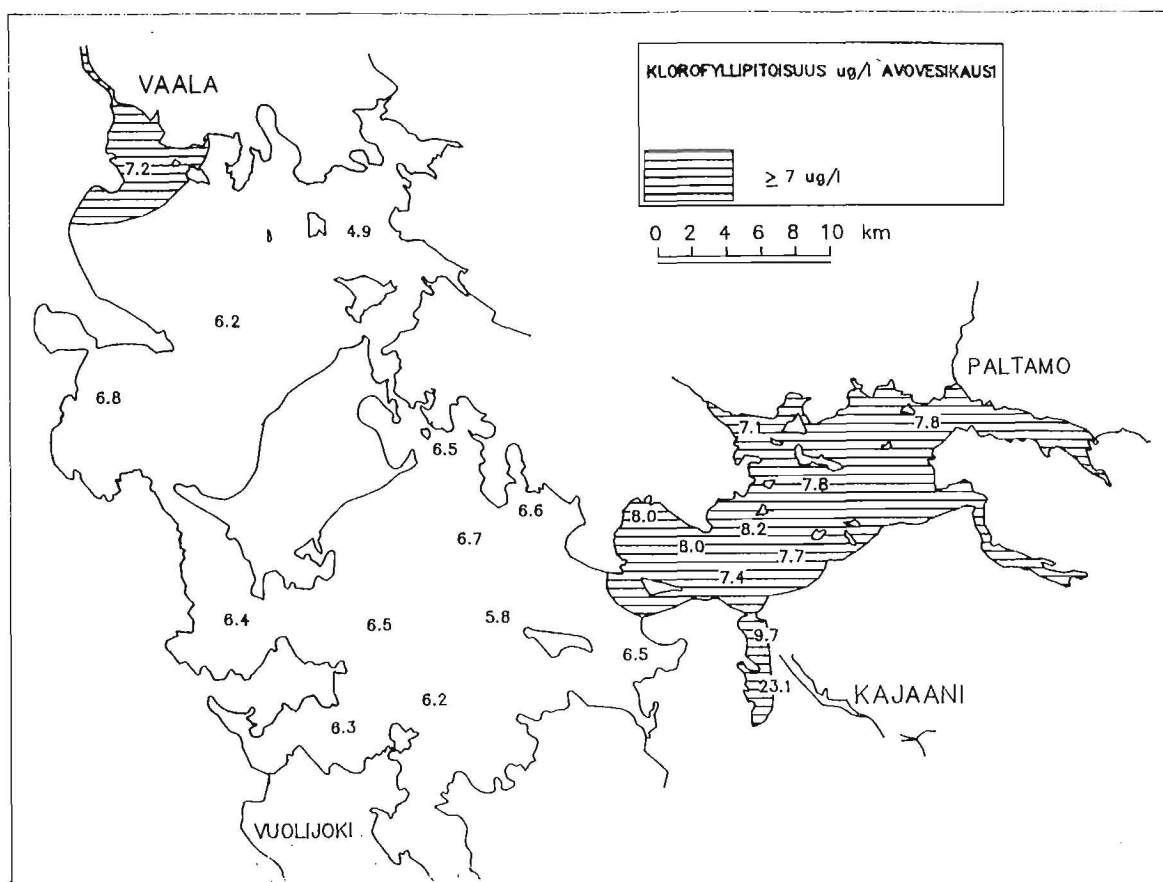
5.4.1 Nykytila

Kasviplanktonin kokonaisbiomassat ovat korkeita. Vuonna 1988 kasvukauden keskiarvot vaihtelivat eri havaintopaikoilla Oulujärvestä 5,2 – 9,4 mg/l (kuva 25). Heinosen (1980) ja Likensin (1980) luokittelun mukaan arvot ovat selvästi reheville vesille ominaisia. Yllättävää olivat Niskanselän korkeat biomassa-arvot. Sokajärvi (9) voidaan luokitella hypereutrofiseksi. Osa-alueiden keskiarvot ylittivät joillakin havaintokerroilla 10 mg/l lukuunottamatta Ärjänselkää ja läntistä Paltaselkää. Suuriin biomassa-arvoihin vaikuttavat osaltaan tuotannolle edulliset sääolot ennenkaikkea aikaisin alkanut ja kauan jatkunut lämmin kausi. Vesien lämpötila oli kesäkuussa koko maassa Oulujärveä myöten 3 – 5°C tavanomaista lämpimämpää. Kesän helteistä huolimatta sadanta oli keskimääräistä runsaampaa, jolloin myös huuhtoumat rannoilta lienevät olleet tavallista suurempia.

Myös kasviplanktonin biomassaa välillisesti mittaavat klorofyllipitoisuudet ovat korkeita ja arvojen perusteella järvi voidaan luokitella reheväksi. Suurimmat pitoisuudet v. 1988 mitattiin läntiseltä ja itäiseltä Paltaselältä. Selvimmin erot Oulujärven eri selkävesien rehevyydestä ilmenivät elokuun lopulla, jolloin läntisellä Paltaselällä liikutaan tasolla 11 – 12 µg/l ja Niskanselällä tasolla 7 – 9 µg/l. Tosin Niskanselälläkin syksyiset arvot ovat korkeita. Sokajärven arvo kuvaa hyvin voimakasta rehevöitymistä (kuva 26). Oulujärven rehevyystaso on yllättävän korkea ravinnepitoisuuksia ajatellen, joten muut tuotannolliset ominaisuudet (mm. sekoittuminen, ravinteiden kierto) ovat järvestä hyvät.



Kuva 25. Oulujärven kasviplanktonin biomassat avovesikaudella 1988.



Kuva 26. Oulujärven a-klorofyllipitoisuudet avovesikaudella 1988.

Kesän 1989 aikana (kesäkuun puolivälistä lokakuun loppuun) tutkittiin Oulujärven tilaa perifyton-kokeilla. Perifytonin määrää voidaan käyttää rehevöitymisen yhtenä mittana, mutta siihen vaikuttavat perustuotannon ohella myös monet muut tekijät, esimerkiksi veden virtaukset, vesisyvyys, kasvillisuuden määrä ja valaistusolosuhteet. Yhtä rehevöitymisen aiheuttamaa haittatekijää, limoittumista, perifyton-tulos kuvaa hyvin, mutta esim. sinileväkukinta tai jokin muu vapaan veden levän massaesiintymä ei tule näkyviin perifyton-tutkimuksessa.

Tutkimus suoritettiin perifytonlevyillä, joiden inkubointiaika oli kolme viikkoa. Levyille kasvaneesta leväbiomassasta määritettiin a-klorofylli (mg/m^2) ja mitattiin levyille kertyneen kiintoaineen määrä (g/m^2). Samalla määritettiin vapaan veden a-klorofyllipitoisuus ($\mu\text{g/l}$) sekä ravinteet. Tulokset on esitetty kuvassa 27.

Kokonaisfosforipitoisuus on ollut suurin Sokajärvellä, mutta myös Paltajärven pitoisuus on muihin tutkimuskohteisiin verrattuna ollut suuri. Paltaselän, Ärjänselän ja Niskanselän keskipitoisuuksissa ei ole havaittavissa mainittavaa eroa.

Vapaan veden a-klorofyllipitoisuus (planktisten levien tuotannosta johtuva) on niinkään ollut korkein Sokajärvellä, mutta huomattavan suuria ovat pitoisuudet olleet koko järven alueella (pienin pitoisuus Rehjänselkää (4,95) lukuunottamatta on ollut Niskanselällä pisteessä 109).

Perifytonin a-klorofyllipitoisuus on ollut korkein Paltajärvellä (piste 34), mutta suuria ovat arvot olleet myös Paltaselällä (piste 168), Rehjanselällä (piste 195) ja Ärjänselällä rantojen tuntumassa sijaitsevista pisteistä 92 ja 127. Niskanselän koealueiden arvot ovat olleet hyvin pieniä.

Perifytonlevyjen kiintoainemäärät käyttäytyvät järven alueella samalla tavalla kuin perifytonin a-klorofyllimäärät.

Yleisenä piirteenä tuloksista on havaittavissa Sokajärven, Paltajärven ja Paltaselän arvojen suuri keskihajonta verrattuna Ärjänselän ja Niskanselän vastaaviin arvoihin. Ärjän- ja Niskanselällä veden laatu on pysynyt vakaana läpi tutkimusjakson, kun taas Kajaaninjoen vaikutuspiirissä veden laatutekijät vaihtelevat voimakkaammin.

Oulujärven rehevin vesialue on Sokajärvi, mikä johtuu veden korkeista kokonaisfosfori- ja $\text{PO}_4\text{-P}$ -pitoisuuksista (fosfaattipitoisuudet olivat moninkertaisia verrattuna Oulujärven muihin tutkimuskohteisiin). Tämä johtuu sekä ravinteiden nopeasta kierrosta (hajotustoiminta tehokasta) että suuresta fosforikuormituksesta (sisäinen ja ulkoinen kuormitus). Sokajärven tuloksissa huomiota kiinnittää perifytonin a-klorofylliarvojen pieneneminen. Syynä voi olla mm. voimakkaasta kasvusta johtuva hivenaineiden väheneminen tasolla, joka rajoittaa levien kasvua. Kasvua voi ehkäistä runsaan leväbiomassan aiheuttama varjostuskin. Todennäköisin syy lienee kuitenkin veden alhainen nitraattipitoisuus. Tuloksista käy selvästi ilmi, että korkeiden veden a-klorofyllipitoisuuksien aikana veden nitraattipitoisuus on hyvin alhainen (0 - 2 $\mu\text{g/l}$).

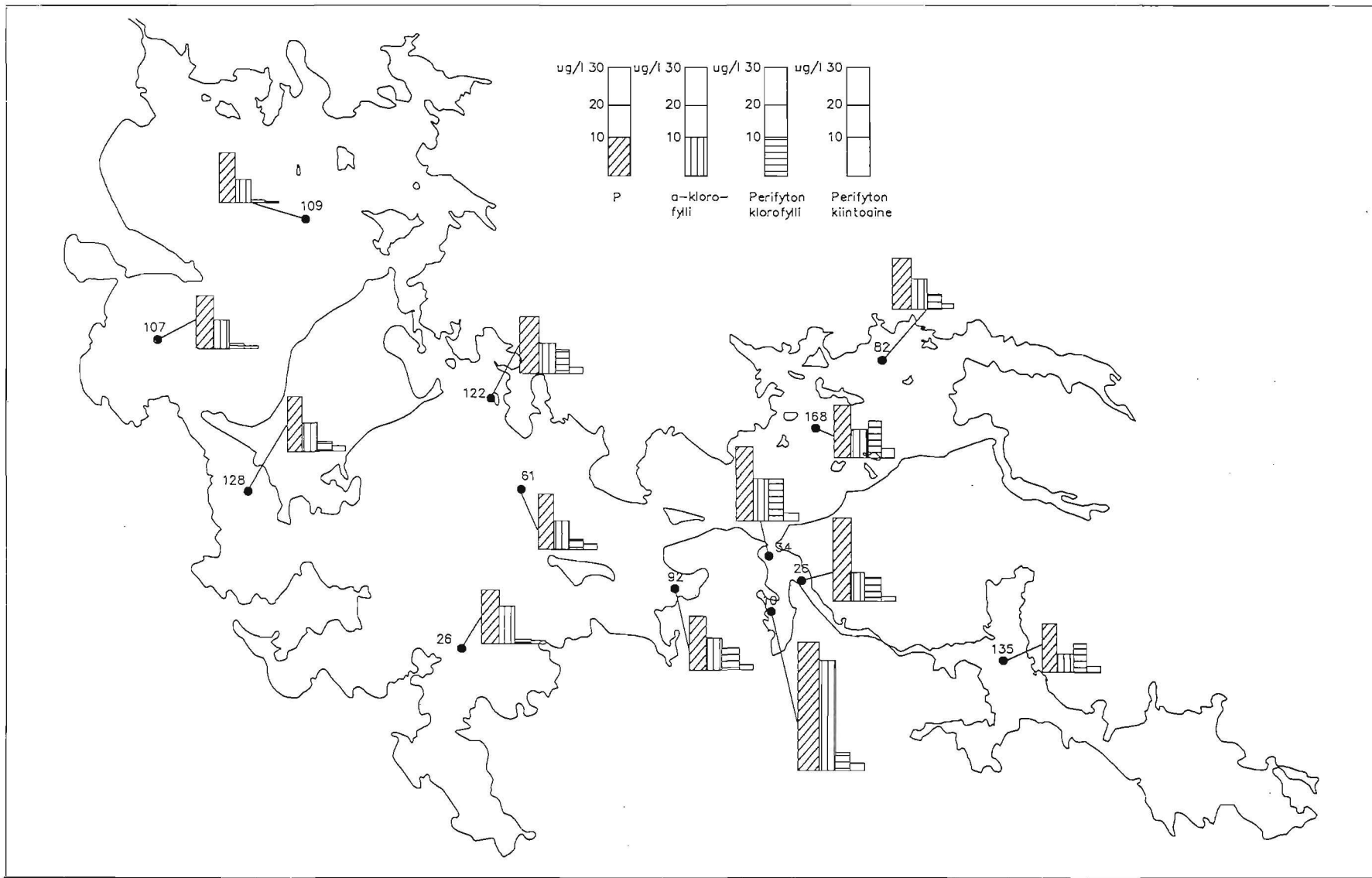
Kajaanin alapuolisessa vesistössä on tutkittu vuosina 1981, 1983, 1984 ja 1989 bakteeriaktiivisuutta, minkä perusteella voidaan päätellä jätevesien vaikutusta purkuvesistön bakteeritoimintaan.

Vaikka Yhtyneiden Paperitehtaiden jätevesi sisältääkin paljon bakteeritoimintaa lisääviä aineita esim. ravinteita, sillä on myös eräiden bakteerien toimintaa rajoittavia vaikutuksia. Nämä vaikutukset heijastuvat vastaanottavassa vedessä pikemminkin lajitoimutusten kautta kuin bakteeriaktiivisuuden kokonaismäärässä. Bakteerien on havaittu myös olevan muuntuvaisempia sietämään ja hyödyntämään puunjalostusteollisuuden jätevesiä kuin levien. Näin kuormitetuille alueille muodostuu oma jätevesiin totunut bakteeripopulaatio, jonka aktiivisuus voi vedessä esiintyvistä toksisista aineista huolimatta olla luonnontilaista korkeampikin. Bakteeriaktiivisuuden kehittyminen 1981 - 89 on esitetty kuvassa 28.

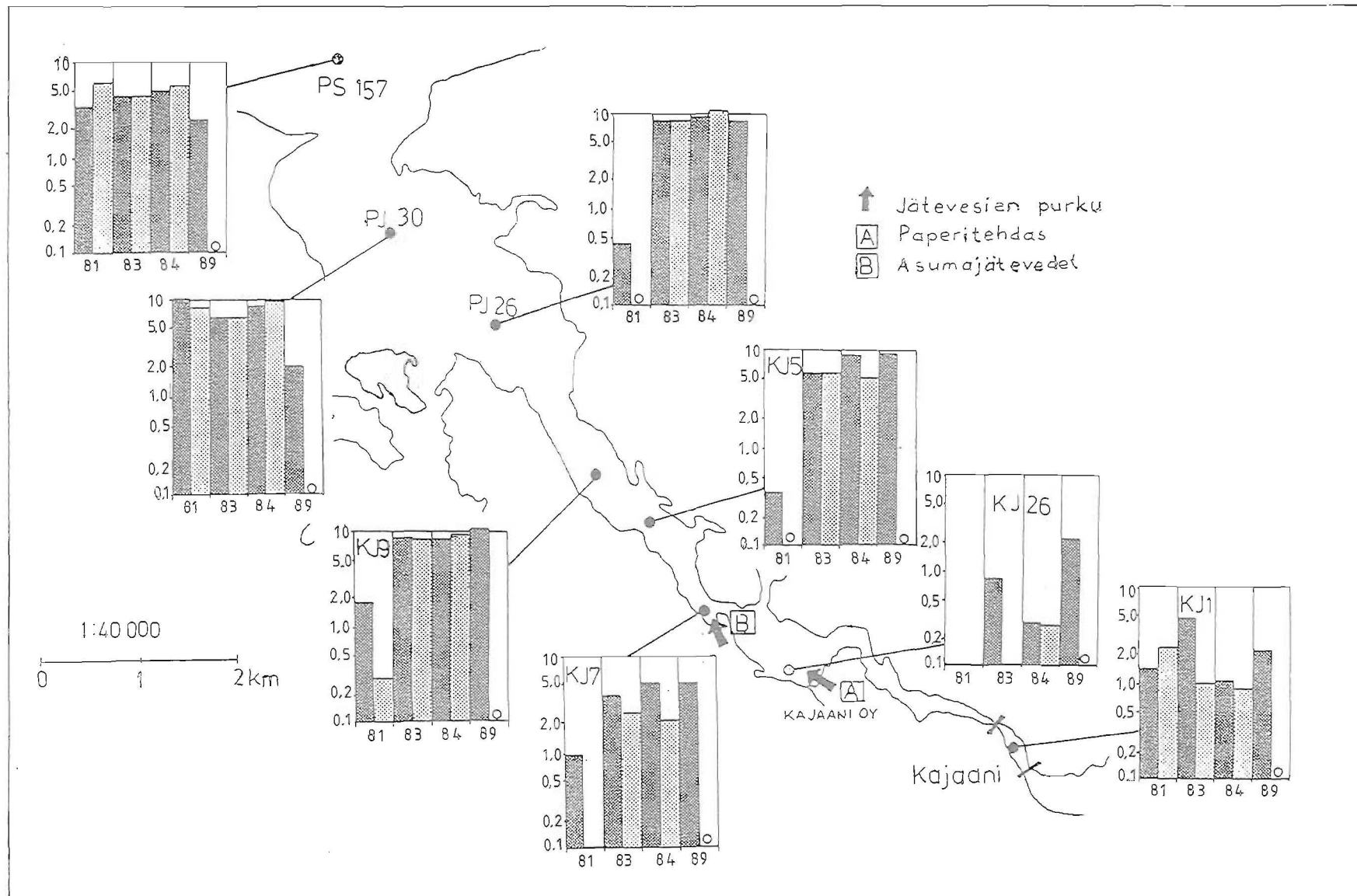
Kajaani Oy:n jätevesien vaikutus bakteeriaktiivisuuteen on siis vähentynyt. Tilannetta Kajaanijoessa ei voida kuitenkaan pitää bakteeritoiminnan osalta luonnontilaisena. Vaikka tehtaan jätevedet osaltaan kiihdyttävät bakteeritoimintaa jopa luonnontilaa korkeammaksi, niillä on todennäköisesti myös bakteeristoa muuttavia myrkkövaikutuksia, jotka peittyvät kokonaisaktiivisuuden stimuloitumisen alle.

5.4.2 A - klorofyllipitoisuuden kehitys 1980-luvulla

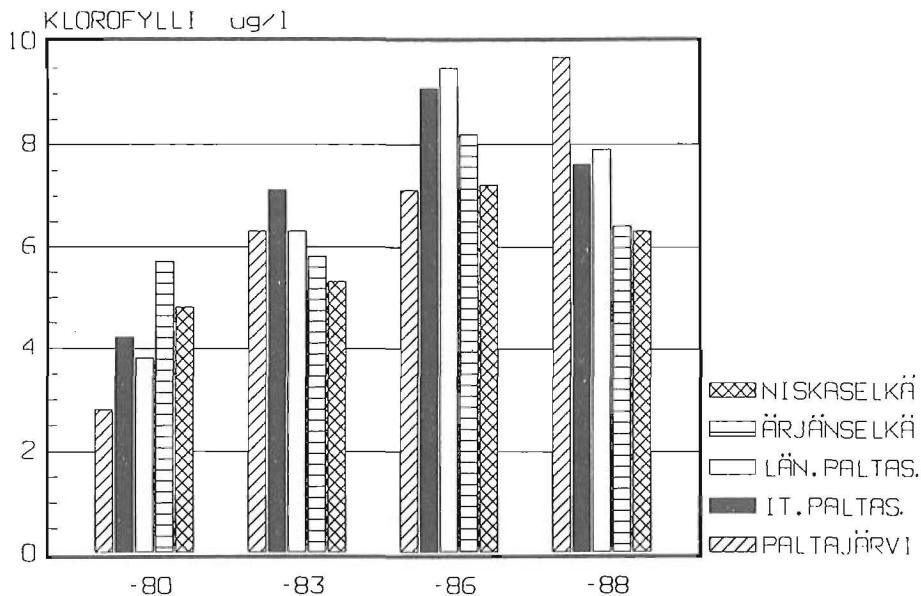
Rehevyyttä ilmentävät a-klorofyllipitoisuudet ovat selvästi kasvaneet 1980-luvulla (kuva 29). Voimakkainta kasvu on ollut Paltajärvellä ja läntisellä Paltaselällä, joka ainakin osaltaan selittyy jätevesien inhiboivan vaikutuksen vähenemisellä. Toisaalta kasvua on ilmennyt myös Niskanselällä, minne ko. vaikutukset eivät ulotu.



Kuva 27. Oulujärven kokonaisfosfori- ja a-klorofyllipitoisuudet sekä perifytonkokeiden klorofylli- ja kiintoainemäärät kesällä 1989 (Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri).



Kuva 28. Bakteeriaktiivisuus tutkimusalueella (%/h) eri tutkimusvuosina. Näytteenoton eri ajankohdat on esitetty rinnakkaisina pylväinä, joista tummempi kuvaa syyskuun alun tilannetta ja vaaleampi syyskuun loppua. Ympyrä = puuttuva tieto. (Ahtiainen 1989).



Kuva 29. A-klorofyllipitoisuus Oulujärvellä 1980-luvulla suoritetun tehostettujen tarkkailukertojen perusteella esitettynä.

5.5 Veden hygieeninen laatu

Kajaaninjoessa ja Paltajärvessä hygienian indikaattoribakteerien määrät ovat olleet vesien virkistyskäytön kannalta suurehkoja. Lääkintöhallituksen uimavesiluokituksen (LH:n yleiskirje n:o 1683 v. 1979) mukainen hyvän uimaveden raja-arvo on yleensä ylittynyt aina Kajaaninjoessa ja Paltajärvessä. Paltaselän vesi on yleensä ollut hyvää tai välttävää.

Merkittävä osa lämpökestoista koliformeista on kuitenkin peräisin Kajaani Oy:n jätevesistä, eikä näin ollen ilmennä varsinaista ulosteperäistä saastutusta, joten LH:n yleiskirjeen mukaista luokitusta ei voida tässä tapauksessa suoraan käyttää. Talsin (1986) mukaan Kajaani Oy:n jätevesien valtalaji (70 – 80 %) on Klebsiella pneumoniae.

5.6 Rannat

Oulujärven rannat ovat kallioisia moreenirantoja tai laajoja glasifluviaalisen aineksen muodostamia hietikoita. Rantojen luonnontilaan kuuluu myös niitty- ja lehtorantoja. Oulujärven itäosan puoleiselle rannalle ovat tyypillisiä syvät lahdet; Koutalahti, Paltajärvi ja Sokajärvi sekä Jormuanlahti. Paltaniemen, Koutaniemen ja Ärjänsaaren hiekkarannat muodostuvat Oulujärven ylitse kulkevasta luode – kaakko suuntaisesta suuresta harjujaksosta.

Oulujärven luonnontilaisen kehityksen aikana Koutaniemen ja Paltaniemen hiekkatörmät ovat levinneet vedenalaisille rannoille. Järviallas kallistuu jatkuvasti itään päin noin 1/2 mm vuodessa (Kääriäinen 1966). Mm. tästä johtuen rantavoimien vaikutuksesta tapahtunut rantojen vyöryminen on voimakkainta Kajaanin alueella. Vuoden 1951 jälkeen, jolloin Oulujärven säännöstely alkoi, on rantojen kuluminen ollut selvästi vähäisempää. Vuonna 1945 Oulujärvellä Saukon (1986) mukaan vyöryrantoja kaikkiaan 79,1 km, josta pituudesta 47,5 km eli 60 % oli katsottava olevan enää vyörymiselle alttiina. Peltomaan kohdalla oli tällaista törmää noin 13 km. Luonnonvaraisesti suojautunutta rantaa oli noin 30 km ja suojattua 3,6 km. Saukon (1986) arvion mukaan vyörymiselle alttiiden törmien rantapituus on nykyisin 5 – 10 km.

Vyörymien ja eroosion vaikutuksesta syntyi törmän edustalle rantamatalikko, jolloin ne säännöstelyn aliveden aikana paljastuvat hyvin laajoilla alueilla. Leveimmillään säännöstelyn alainen ranta-alue on yleensä Ärjänsaaren, Koutaniemen ja Paltaniemen alueella sekä Manamansalon ja Säräisniemen rannoilta, missä harjujen hiekka on törmistä levinnyt leveäksi rantatasanteeksi.

Anttonen–Heikkinen (1983) tekemän tutkimuksen mukaan matalan kesäveden aikana muodostuu laajoja saraikko- ja kortteikkoalueita. Rantavyöhykkeellä tavattiin primaarista soistumista ja lahdessa pohjanmyötäistä umpeenkasvua. Jätevesien vaikutuksesta eutrofiaa suosivat lajit ovat lisääntyneet ja pohjaversoiset lajit taantuneet viime vuosikymmeninä. Tolosen (1986) mukaan rehevöityminen ja rantojen primaarinen soistuminen jatkuvat Oulujärvellä.

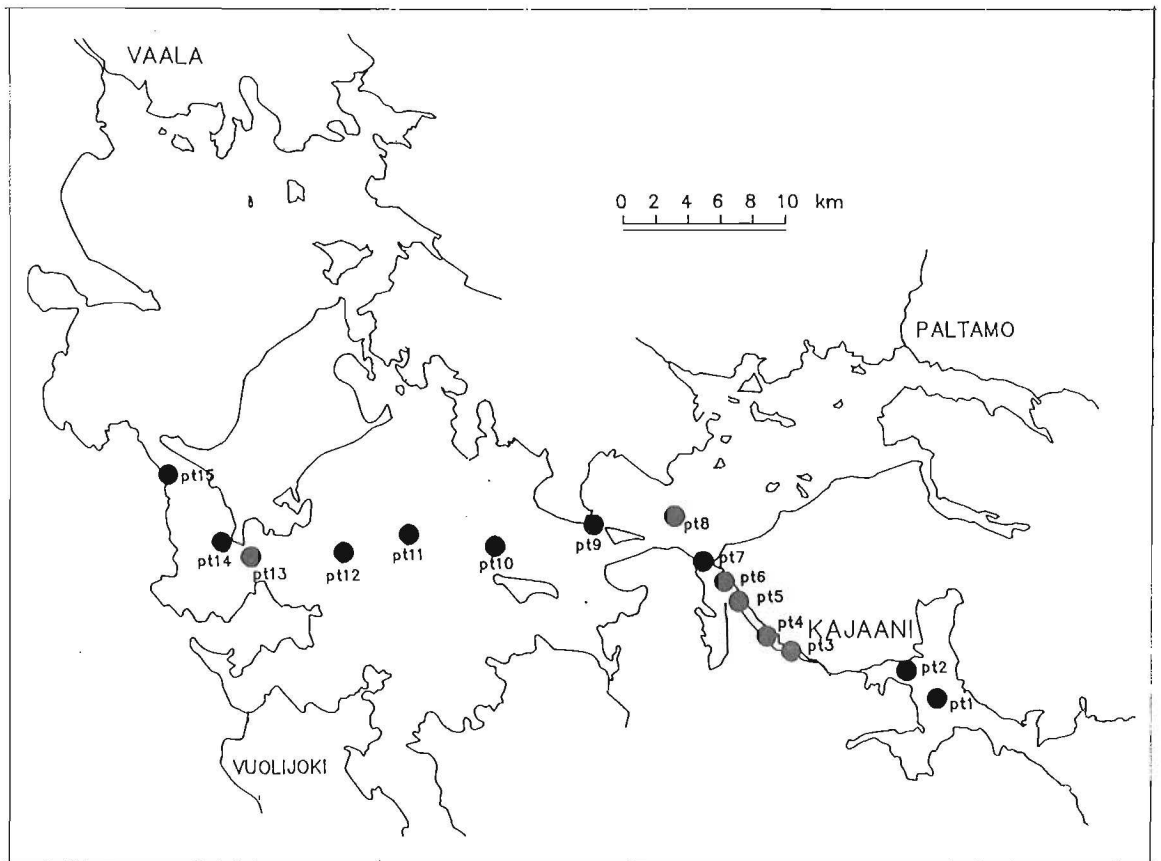
Rantojen kasvittumista edesauttavat veden alle hukkuneet suot (esim. Koutaniemen rannan keskiosalla), rantojen stabiloituminen, jään työn vähentyminen rannan yläreunalla, pohjaveden purkautuminen törmästä ja vettä salpaavan rannansuuntaisen huuhtelupenkereen ja särkkien muodostuminen.

5.7 Sedimentti

Oulujärvi on varsin matala, sillä alle viiden metrin syvyinen pääasiassa rantoja reunustava vyöhyke on laajahko ja syveneminen tapahtuu kapealla vyöhykkeellä. Ranta-alueiden pohja on suurimmaksi osaksi kivikkoa, soraa, hiekkaa ja hiesua.

Kajaaninjoen alajuoksun sedimentti on muodostunut suurelta osin Kajaani Oy:n sulfittiselluloosa- ja paperitehtaan jätevesien sisältämästä selluloosakuidusta. Pehmeän sedimenttikerroksen paksuus on aivan tehtaan edustalla 5 – 11 m ja alempana joella yleensä 1 – 4 m. Kuituisen pehmeän sedimenttikerroksen paksuus on keskimäärin 2 m. Tehtaan edustalla sedimentti on paikoin yksinomaan kuitua, myös alempana joella paikoitellen hyvin kuituista sedimenttiä. Paitsi kuitua, on sedimentissä myös muuta puuperäistä ainesta: kuorta, kuorijätettä ja hioketta (Åkerla 1984). Varsinaisen kuitukertymän ulkopuolelle on ilmeisesti sedimentoitunut orgaanista ainetta myös muista lähteistä. Jokeen lasketaan myös kaupungin asumajätevesiä, joiden sisältämää orgaanista ainetta voi sedimentoitua Kajaaninjoen pohjalle.

Sedimentin ainepitoisuuksia selviteltiin kesällä 1988 (PSV 1989) kuvan 30 esittämiltä paikoilta.



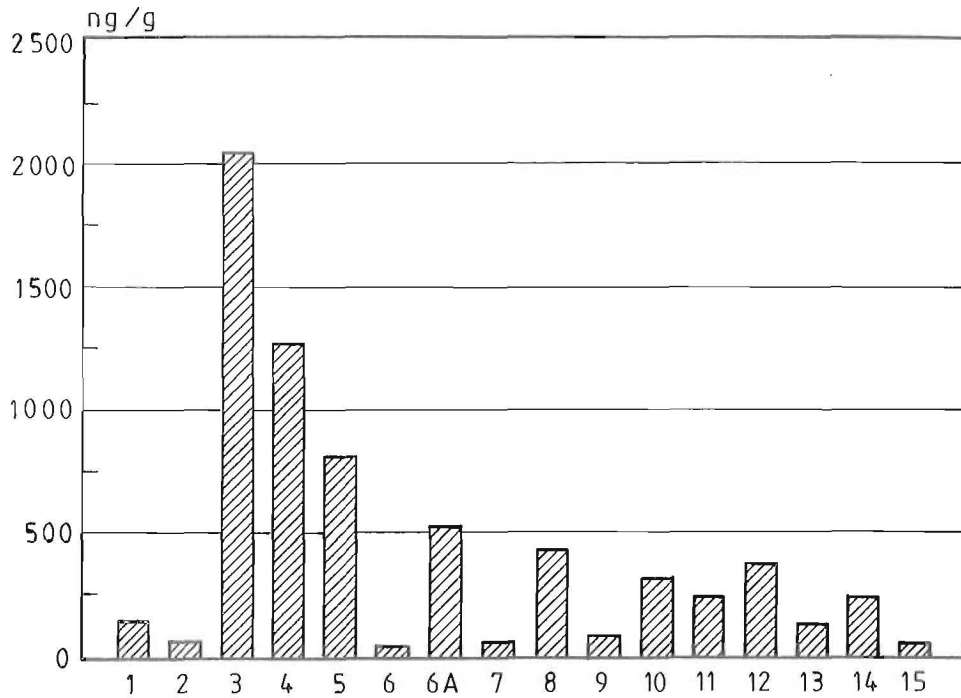
Kuva 30. Sedimenttinäytteiden ottopaikat. Pt 6A sijaitsee päävirtauksessa ja Pt 6 virtauksesta sivussa Toivoniemessä.

Pohjasedimentin fosforipitoisuudet pintakerroksessa vaihtelivat 0,7 – 1,7 mg/g, joita arvoja voidaan pitää tavanomaisina, jopa pieninä. Sedimentin kemiallinen hapenkulutus ja orgaanisen aineen määrä olivat Kajaani Oy:n alapuolella selvästi korkeampia kuin Oulujärvellä. Sedimentin kloorifenolipitoisuudet olivat tehtaan edustalla hieman kohonneet ja pitoisuudet laskivat Alassalmea kohti siirryttäessä, missä saavutettiin taustapitoisuuden taso (kuva 31). Kloorifenolipitoisuudet olivat kuitenkin pieniä verrattaessa alueisiin, joihin on tullut selluteollisuuden päästöjä. Myös sedimentin TOCl-pitoisuudet olivat alhaisia.

5.8 Jäämäaineiden kertyminen eliöstöön

Orgaanisten klooriyhdisteiden esiintymistä ja jäämäaineiden kertymistä eliöstöön on seurattu simpukoiden avulla vuosina 1988 ja 1989. Vuonna 1988 simpukkasumputuksia teetti Pohjan Sellu katselmusasiakirjoja varten ja myös vesi- ja ympäristöhallinto teki vastaavia kokeita vuosina 1988 ja 1989. Katselmusasiakirjoja varten tehdyissä kokeissa simpukoita sumputettiin Rehjanselällä, Paltasalmessa ja Toukansalmessa.

Rehjanselkä Kajaanin yläpuolella edustaa vertailualuetta. Tulosten mukaan (PSV 1989) simpukoiden kloorifenoli-, kloorianisoli- ja klooriveratrolipitoisuudet eivät olleet suuria (taulukko 18). Ne olivat samaa suuruusluokkaa kuin vesi- ja ympäristöhallituksen teettämässä tutkimuksessa Matilanvirran simpukoissa (Paasivirta ym. 1988). Matilanvirtaa pidetään vertailualueena, johon ei tule teollisuuden päästöjä.



Kuva 31. Kloorifenolien S2PCP summaparametrin pitoisuuksia Oulujärven sedimentin pintaosassa vuoden 1988 näytteiden perusteella esitettynä.

Taulukko 18. Simpukoiden kloorifenoli, -guajakoli ja anisoli-pitoisuudet on ilmoitettu ng/g kuivapainoa kohti. Määrittäysraja kloorifenoleille ja kloorianisoleille on 1 ng/g.

| Paikka | 26DCP | 234TCP | 345TCP | 246TCP | TeCP | PeCP | TeCG | TeCA |
|-------------|-------|--------|--------|--------|------|------|------|------|
| Rehja | – | 14 | 35 | 41 | 0,2 | – | 2 | – |
| Paltasalmi | – | – | – | – | 6 | 6 | – | – |
| Toukansalmi | 10 | 27 | 11 | – | 22 | 2 | – | 1 |
| 0-simpukat | | | | | | | | |
| I | – | – | – | – | 9 | 6 | 3 | – |
| II | – | – | – | 5 | 15 | 11 | 5 | – |

(pyydetty Pyykösjärvestä 3.8.1988)

Vesiviranomaisten vuonna 1988 tekemien tutkimusten tulokset on esitetty taulukoissa 12 – 21.

Taulukko 19. Simpukoiden kloorifenolipitoisuudet ng/g rasvassa v. 1988. Keski-arvo = x, keskihajonta = s.

| Alue | Rasva% | 246TCP | TeCP | PeCP | S1PCP | 24DCP | 26DCP | 245TCP | 45DCG | 345TCG | 456TCG | TeCG | DMP | TeCC | S2PCP |
|-------------------|--------|--------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|------|-----|------|-------|
| ÄRJÄNSELKÄ | | | | | | | | | | | | | | | |
| x | 6,21 | 181 | 239 | 134 | 555 | 0 | 216 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| s | 0,45 | 171 | 81 | 37 | 302 | 0 | 359 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 359 |
| PALTASELKÄ | | | | | | | | | | | | | | | |
| x | 5,69 | 64 | 426 | 114 | 604 | 0 | 148 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 148 |
| s | 1,37 | 40 | 86 | 21 | 76 | 0 | 88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 88 |
| PALTAJÄRVI | | | | | | | | | | | | | | | |
| x | 6,20 | 264 | 2750 | 863 | 3879 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| s | 0,50 | 110 | 2918 | 1110 | 2426 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |

Taulukko 20. Simpukoiden kloorianisoli- ja klooriveratrolipitoisuudet ng/g rasvassa v. 1988. Keskiarvo = x, keskihajonta = s.

| Alue | Rasva% | 246TCA | 245TCA | 345TCA | TeCA | 345TCV | TeCV | PeCA | SANIS |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|------|--------|------|------|-------|
| ÄRJÄNSELKÄ | | | | | | | | | |
| x | 6,21 | 3 | 0 | 0 | 6 | 853 | 0 | 0 | 862 |
| s | 0,45 | 5 | 0 | 0 | 10 | 12 | 0 | 0 | 26 |
| PALTASELKÄ | | | | | | | | | |
| x | 5,69 | 0 | 0 | 126 | 66 | 0 | 9 | 9 | 210 |
| s | 1,37 | 0 | 0 | 21 | 17 | 0 | 2 | 2 | 40 |
| PALTAJÄRVI | | | | | | | | | |
| x | 6,20 | 0 | 0 | 142 | 55 | 911 | 8 | 8 | 1125 |
| s | 0,51 | 0 | 0 | 47 | 53 | 363 | 1 | 1 | 452 |

Taulukko 21. Simpukoiden kloorihiilivedyt ng/g rasvassa v. 1988 PCB-standardina Clophen A-60. Keskiarvo = x, keskihajonta = s.

| Alue | Rasva% | CYMS | CYMD | a-HCH | LIND | HCBz | OXY | GAMMA | ALPHA | HEPTA | SCHLDDE | DDD | DDT | SDDT | PCB | |
|------------|--------|------|------|-------|------|------|-----|-------|-------|-------|---------|-----|-----|------|-----|----|
| ÄRJÄNSELKÄ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| x | 6,21 | 6 | 0 | 3 | 8 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 17 |
| s | 0,45 | 10 | 0 | 5 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 30 |
| PALTASELKÄ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| x | 5,69 | 0 | 0 | 9 | 30 | 9 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 6 | 0 | 0 | 6 | 66 |
| s | 1,37 | 0 | 0 | 2 | 12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 5 | 0 | 0 | 5 | 60 |
| PALTAJÄRVI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| x | 6,20 | 18 | 0 | 5 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 | 5 | 71 |
| s | 0,51 | 24 | 0 | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 | 5 | 14 |

Kloorifenoleista ryhmä S1PCP edustaa puunsuojausaineista ja poltoista peräisin olevia päästöjä ja ryhmä S2PCP lähinnä sellun valkaisuusta johtuvia päästöjä. Paltajärvellä oli puunsuojausaineista peräisin olevien kloorifenolien pitoisuus selvästi kohonnut vuoden 1988 tulosten perusteella. Vuoden 1989 tutkimuksissa oli laskenut neljäsosaan vuoden 1988 arvosta, mutta oli edelleen tausta-arvoja korkeampi. Kloorifenolien käyttö Kajaanin sahalla oli lopetettu 1980-luvun alussa, joten nykyiset päästöt ovat pienet.

5.9 Vesistön käyttökelpoisuus

Vesistöjen käyttökelpoisuutta voidaan luokitella käyttäen yleistä käyttökelpoisuusluokitusta sekä käyttömuotokohtaisia luokituksia. Käyttömuotokohtaisia luokituksia ovat virkistyskäyttöluokitus, vesilaitosten raakaveden laatuluokitus ja kalavesiluokitus (Heinonen ym. 1985).

Luokitus perustuu pääasiassa veden laadullisiin ominaisuuksiin, joita tarkastellaan sanallisen kuvauksen ja tiettyjen vedenlaatusuureiden avulla. Virkistyskäyttöluokituksessa on lisäksi esitetty laskentamenettely, jossa vedet jaetaan ensin karkeasti kolmeen pääryhmään ja tämän lisäksi tarkastellaan erikseen uintia ja virkistyskalastusta. Näin saatua virkistyskäyttölukua käytetään luokittelun apuna. Kainuun vesi- ja ympäristöpiirissä laadittu yleisluokitus on esitetty kuvassa 32.

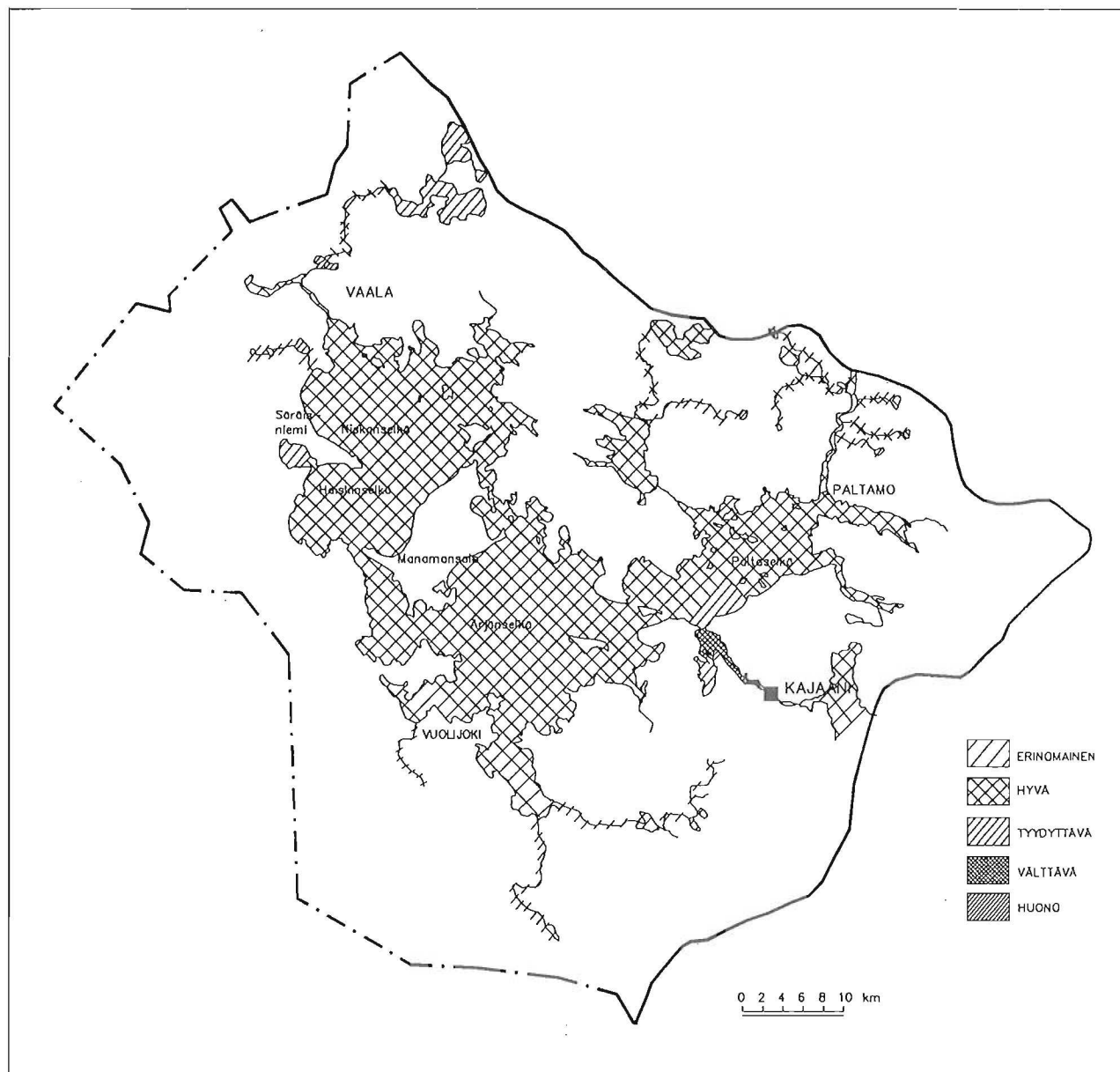
Virkistyskäyttö- ja kalavesiluokitus ovat täysin samanlaiset kuin yleisluokitus. Raakavesiluokituksessa koko Oulujärvi Paltajärveä lukuunottamatta kuuluu luokkaan 3 eli tyydyttävä. Paltajärvi on välttävä.

6 KUORMITUKSEN JA VEDEN LAADUN VÄLINEN YHTEYS

Kuormituksen vaikutukset purkuvesistössä riippuvat paitsi kuormituksen suuruudesta myös mm. hydrologisista ja meteorologisista tekijöistä, joten kuormituksen ja tarkkailussa havaitun veden laadun välillä ei aina löydy suoraa riippuvuutta. Veden laatuun vaikuttavatkin useat eri tekijät samanaikaisesti ja usein erisuuntaisesti. Esim. vesistön sopivasti kerrostuessa ennen näytteenottoa voi normaalia pienempikin kuormitus aiheuttaa alusveden happivajeen, kun taas ennen näytteenottoa vallinneet tuulet sekoittavat vesimassat ja happitilanne voi pohjanläheisissä kerroksissa olla suuresta kuormituksesta huolimatta hyvä. Paltajärven ja Paltaselän viipymät ovat lyhyitä, joten vuosikuormitusarvot eivät välttämättä kuvaa viipymän aikaista kuormitusta.

Selvimmän Kajaaninjoen kuormituksen pienentyminen näkyy vesistön happipitoisuuden paranemisena. Paltajärven kesäiset happipitoisuudet korreloivat voimakkaasti Kajaaninjoen virtaaman kanssa. Vuonna 1969 virtaaman ollessa pieni kului Paltajärvessä happi kokonaan loppuun. Vastaavasti sateisina kesinä, kuten vuonna 1974, on Paltajärven happitilanne ollut hyvä. Vuonna 1980 happitilanne oli poikkeuksellisen huono. Tällöin Kajaaninjoen BOD₇-kuormitus oli 40 t/d. Kuormituksen vähentyminen näkyy selvästi koko Oulujärven kevättalvisen happipitoisuuden paranemisena.

Eri kuormittajien vaikutusosuuksia voidaan selvittää vesistömallin avulla ja samalla eritellä eri tekijöiden välistä vuorovaikutusta. Vesi- ja ympäristöhallituksen ja VTT:n yhteistyönä Oulujärvelle on laadittu 3-dimensioiden vedenlaatumalli (Lehtinen ym. 1989).



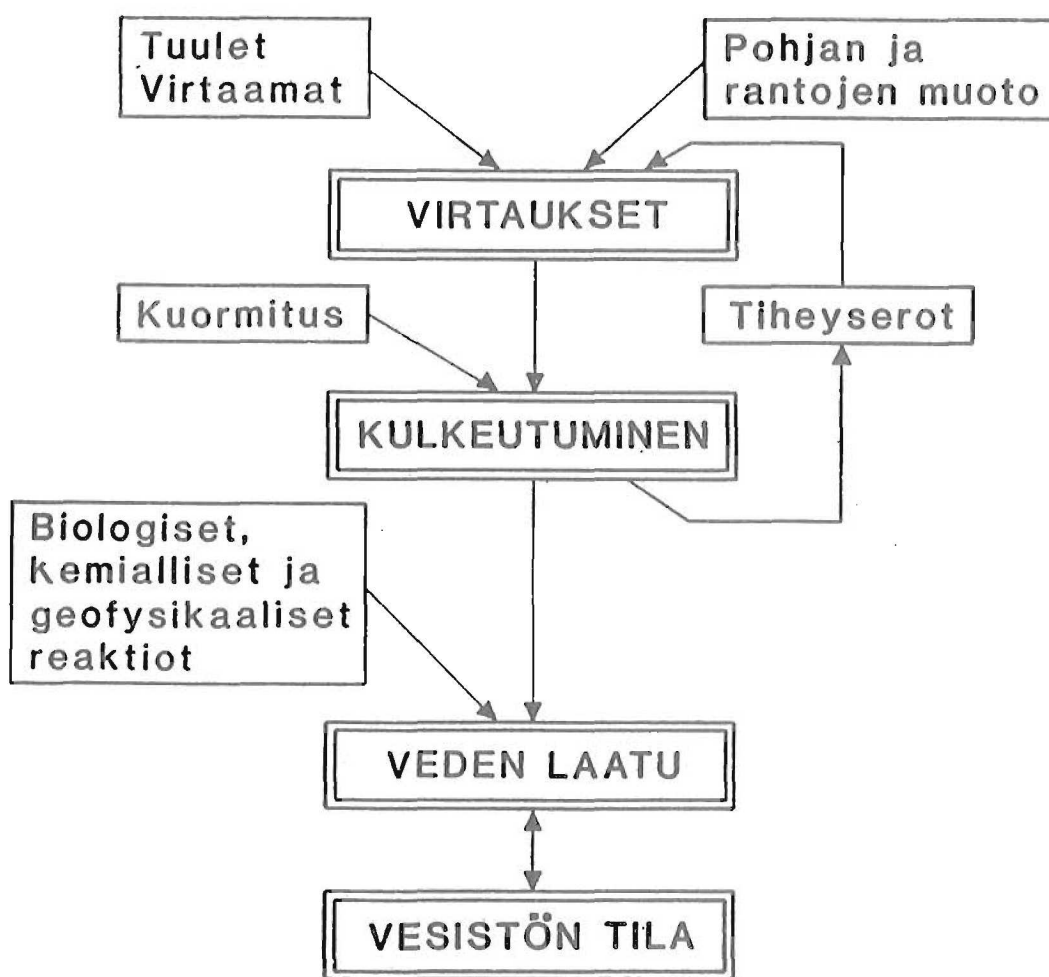
Kuva 32. Tarkastelualueen yleisluokitus vuonna 1983 – 89 (Kainuun vesi ja ympäristöpiiri).

6.1 Mallin esittely

Veden laadun määrittämisperusteet kolmidimensioisessa virtaus- ja vedenlaatumallissa on esitetty kuvassa 33 (Lehtinen ym. 1989). Veden laatua ilmentävät ominaisuudet ja pitoisuudet kulkeutuvat ja sekoittuvat vesistössä samalla tavoin kuin vesimassatkin. Kulkeutuessaan ne samalla kuluu, muuttuvat, siirtyvät, vaikuttavat toinen toisiinsa ja ovat yhteydessä veden rajapintoihin luontaisten kemiallis-biologis-fysikaalisten ominaisuuksiensa mukaisesti. Jätevesipäästöjen, jokivirtaamien ja vesistövirtausten ohella veden ominaisuuksiin ja pitoisuuksiin vaikuttavat päästölähteinä hajakuormitus ja luonnonhuuhtouma rannoilta, laskeuma ilmakehästä ja sisäinen kuormitus vesistön

pohjalta. Reaktionopeudet puolestaan riippuvat pitoisuuksien ohella mm. veden lämpötilasta, valaistuksesta, jääpeitteestä, happamuudesta ja suolaisuudesta (Lehtinen ym. 1989).

Veden laadun laskennan pohjana ovat ratkaistut virtauskentät (katso kuva 3). Aineen kulkeutuminen määräytyy virtausnopeuksista ja pyörteisyyden aiheuttamasta sekoittumisesta. Kulkeutumisen ja sekoittumisen lisäksi aineen pitoisuuteen vaikuttavat monet fysikaaliskemialliset reaktiot ja biologiset tekijät. Näitä ovat esim. aineen vajoaminen, sedimentoituminen, hajoaminen, ilmastuminen, pohjasedimentin hapenkulutus jne. (Lehtinen ym. 1989).



Kuva 33. Veden laadun määrittäjäperusteet kolmidimensionaalisessa virtaus- ja vedenlaatumallissa (Lehtinen ym. 1989).

6.2 Kuormituksen vaikutus Oulujärven veden laatuun

Kainuun vesi- ja ympäristöpiirissä tehtyjen mallilaskelmien avulla eriteltiin eri kuormituslähteiden vaikutuksia Oulujärven veden kokonaisfosforipitoisuuteen (taulukko 22). Kuormituksen vaikutusta veden kokonaistyyppipitoisuuteen ei mallin rakenteesta ja tyyppimonimutkaisesta vesistössä käyttäytymisestä johtuen voitu mallilla luotettavasti selvittää. Luotettavia laskelmia kuormituksen vaikutuksesta järven happitilanteeseen ei myöskään voitu tehdä, sillä malli ottaa huomioon pelkästään BOD-kuormituksen. Vedessä hapen kulutusta aiheuttaa huomattavassa määrin tuotannosta poistuvan orgaanisen aineksen hajoaminen, mikä kokonaisuutena on vaikeasti mallinnettavissa.

Taulukko 22. Oulujärven eri osa-alueiden avovesikauden (1.5. – 31.10.) pintaveden (0 – 2 m) kokonaisfosforipitoisuus ($\mu\text{g/l}$) eri kuormitusvaihtoehdoilla Kainuun vesi- ja ympäristöpiirissä suoritettujen mallilaskelmien mukaan.

| | Länt. Palta- selkä | Itäinen Palta- selkä | Ärjän- selkä | Niskan- selkä |
|---|--------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|
| 1. Luonnontila | 9,2 | 9,0 | 10,1 | 9,8 |
| 2. Nykyinen pistekuormitus ¹⁾ | 10,5 | 9,8 | 10,5 | 10,1 |
| 3. Nykyinen hajakuormitus | 14,8 | 15,3 | 13,9 | 11,8 |
| 4. Nykytila I ¹⁾ | 16,0 | 15,8 | 14,1 | 11,9 |
| Hyrnsalmen ja Sotkamon reittien hajakuormitus ¹⁾ | 14,4 | 13,9 | 11,8 | 10,4 |
| Suunnittelualan sekä Hyrnsalmen että Sotkamon reittien maatalouden kuormitusta vähennetty 50 %, metsätalouden 20 % (*) ¹⁾ | 14,4 | 14,1 | 13,2 | 11,5 |
| Suunnittelualan maatalouden kuormitusta vähennetty 50 %, metsätalouden 20 % sekä Hyrnsalmen ja Sotkamon reittien maatalouden kuormitusta 15 %, metsätalouden 5 % (**) ¹⁾ | 15,3 | 15,0 | 13,4 | 11,5 |
| Hyrnsalmen ja Sotkamon reittien maa- ja metsätalouden kuormitusta vähennetty 50 % (***) ¹⁾ | 14,6 | 14,4 | 13,7 | 11,7 |
| Suunnittelualan maa- ja metsätalouden kuormitusta vähennetty 50 % ¹⁾ | 15,3 | 15,0 | 13,2 | 11,3 |
| Suunnittelualan sekä Hyrnsalmen ja Sotkamon reittien maa- ja metsätalouden kuormitusta vähennetty 50 % (***) ¹⁾ | 13,9 | 13,6 | 13,0 | 11,3 |

| | | | | |
|---|------|------|------|------|
| 5. Nykytila II ²⁾ | 16,8 | 16,2 | 14,2 | 11,8 |
| 6. Pohjan Sellu I ³⁾ | 18,3 | 16,9 | 14,4 | 11,8 |
| Suunnittelualueen sekä Hyrynsalmen että Sotkamon reittien maatalouden kuormitusta vähennetty 50 %, metsätalouden 20 % (**) | 16,8 | 15,2 | 13,7 | 11,6 |
| Suunnittelualueen sekä Hyrynsalmen että Sotkamon reittien maa- ja metsä- talouden kuormitusta vähennetty 50 % (***) | 16,2 | 14,7 | 13,4 | 11,4 |
| 7. Pohjan Sellu II ⁴⁾ | 21,5 | 18,2 | 15,1 | 12,1 |
| 8. Pohjan sellu III ⁵⁾ | | | | |
| Suunnittelualueen sekä Hyrynsalmen että Sotkamon reittien maa- ja metsä- talouden kuormitusta vähennetty 50 % (***) | 15,1 | 14,3 | 13,2 | 11,3 |

- 1) YP = 20 kg/d, Kajaani 7 kg/d
- 2) YP = 40 kg/d, Kajaani 7 kg/d
- 3) YP + PS = 80 kg/d, Kajaani 7 kg/d
- 4) YP + PS = 150 kg/d, Kajaani 7 kg/d
- 5) YP + PS = 50 kg/d, Kajaani 7 kg/d

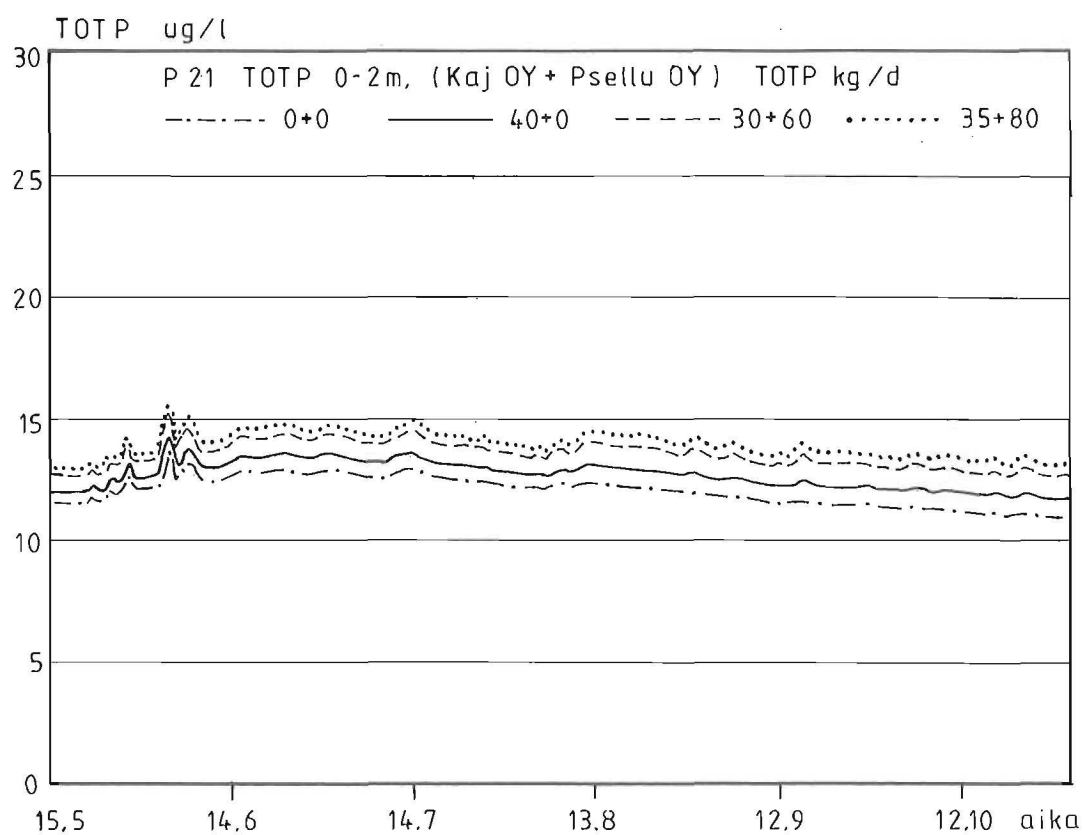
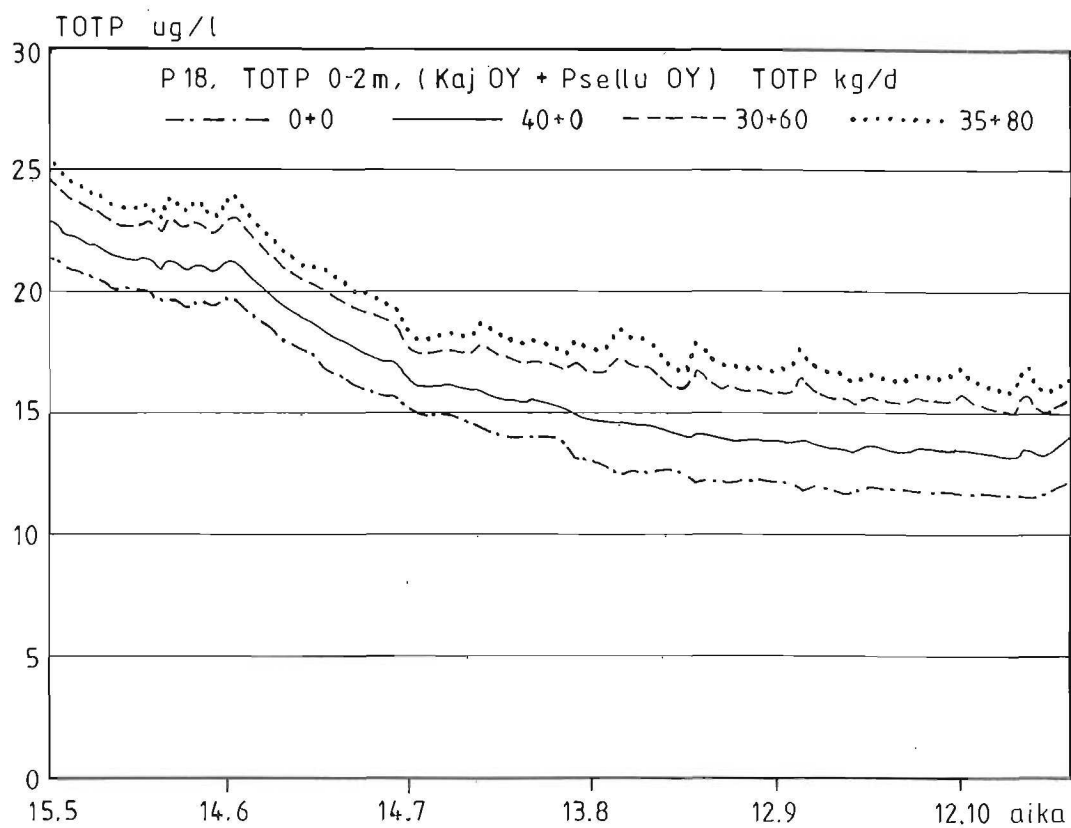
* Kajaani- ja Kiehimäjokien P-pitoisuutta alennetty 18 %

** Kajaani- ja Kiehimäjokien P-pitoisuutta alennettu 5 %

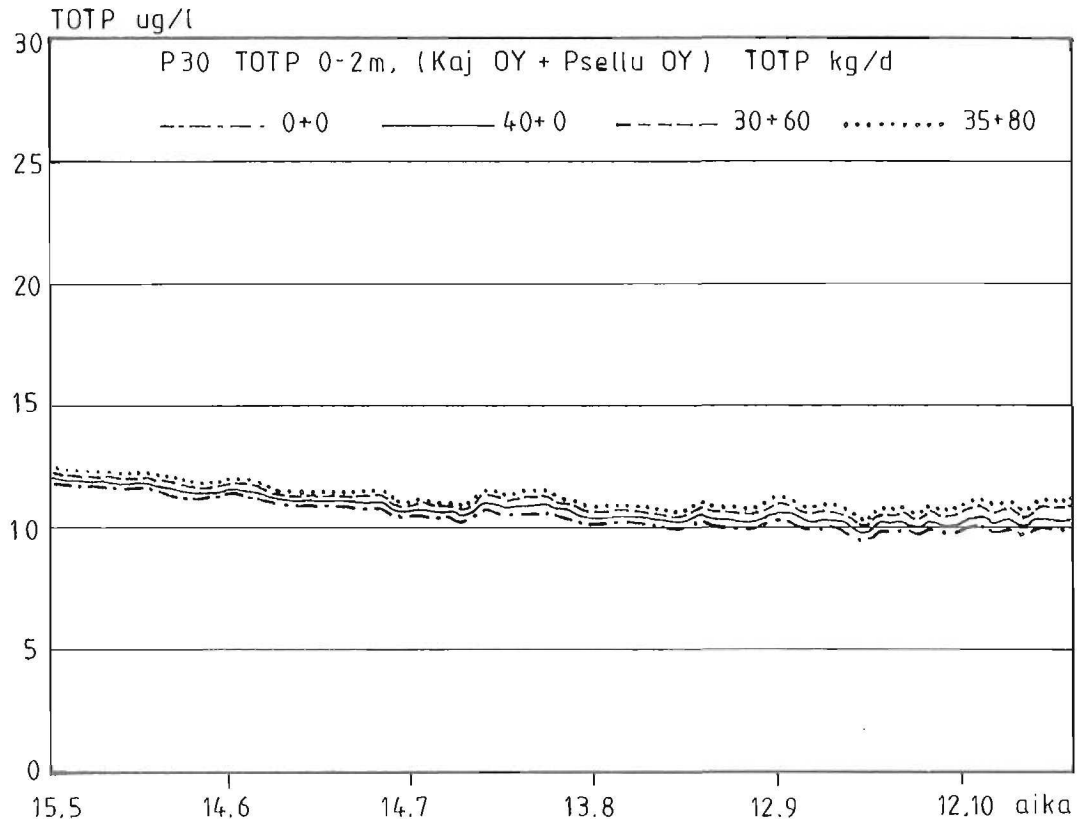
*** Kajaani- ja Kiehimäjokien P-pitoisuutta alennettu 21 %

Mallilaskelmien mukaan nykyisen tasoinen pistekuormitus (YP = 20 – 40 kg/d, Kajaani 7 kg/d) nostaa Läntisen Paltaselän kokonaisfosforipitoisuutta 1,2 – 2,0 µg/l, Ärjänselän pitoisuutta 0,2 – 0,3 µg/l, It. Paltaselän pitoisuutta 0,5 – 0,9 µg/l ja Niskanselän fosforipitoisuutta 0,1 µg/l. Hajakuormituksen vaikutus, jossa on myös mukana Oulujärven yläpuoliset alueet, on Oulujärvellä noin 1,8 – 6,0 µg/l. Mikäli hajakuormitusta voidaan vesiensuojelutoimenpitein vähentää puoleen nykyisestä, fosforipitoisuudet laskisivat Niskanselällä keskimäärin 0,6 µg/l, Ärjänselällä 1,2 µg/l ja Paltaselällä 2,1 – 2,2 µg/l. Oulujärven oma valuma-alueen hajakuormituksen vaikutus on n. 1,5 – 2,3 µg/l.

Mallilaskelmien mukaan (Lehtinen ym. 1989) Läntisen Paltaselän pintakerroksen (0 – 2 m) kokonaisfosforipitoisuus kasvaa noin 2 – 3 µg/l tehtaiden kokonaisfosforikuormituksen kasvaessa arvosta 40 kg/d arvoon 90 kg/d (kuva 34), Ärjänselällä vastaava nousu on 0,5 – 1,0 µg/l (kuva 34) ja Niskanselällä vaikutus on alle 1 µg/l (kuva 35).



Kuva 34. Havaintopaikkojen P18 ja P21 pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus eri Kajaaninjoen kuormitustilanteissa.

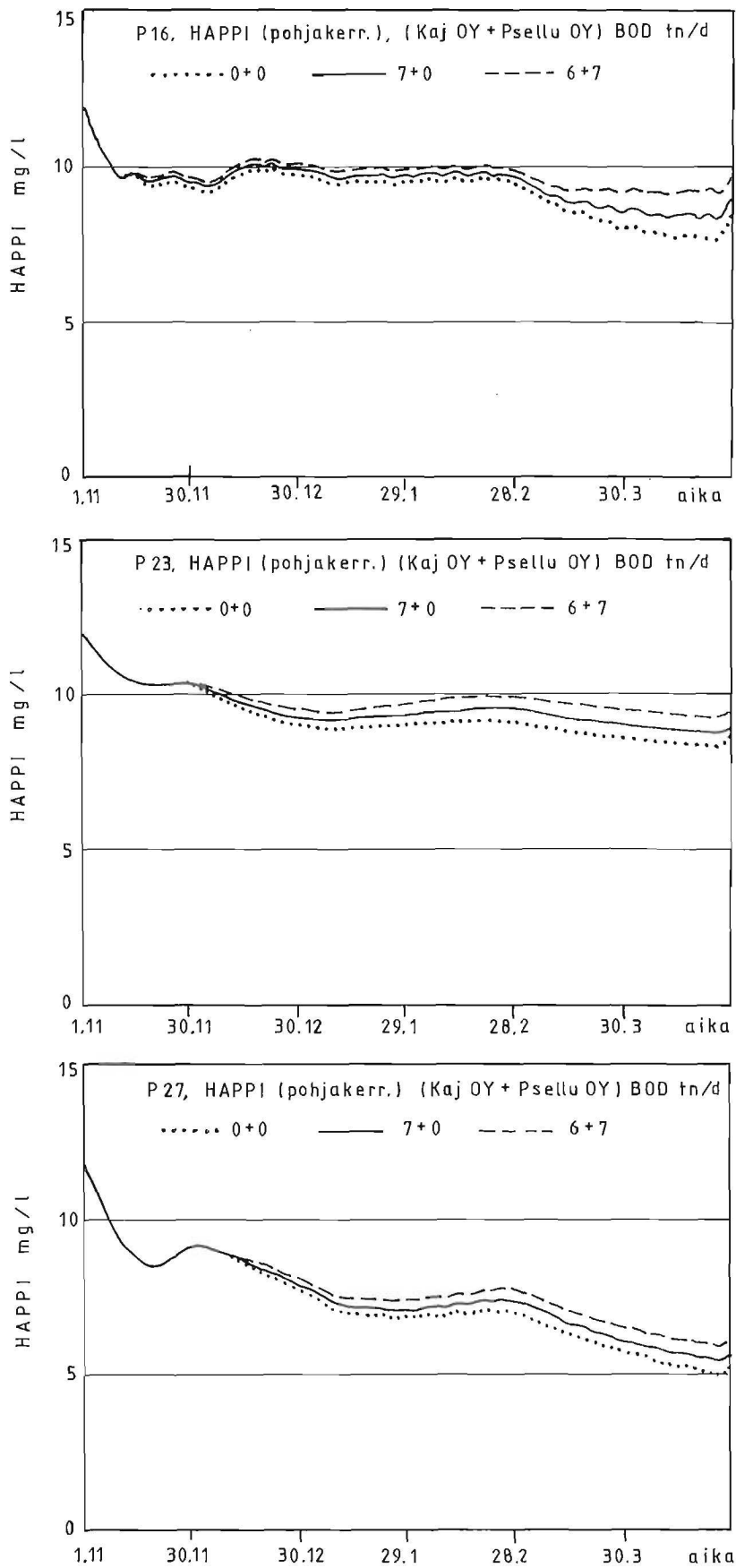


Kuva 35. Havaintopaikan P30 pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus eri Kajaaninjoen kuormitustilanteissa.

Syvänteiden talvinen happitilanne ei ratkaisevasti heikenny tehtyjen laskelmien mukaan (Lehtinen ym. 1989) tehtaiden BOD-kuormituksen lisääntyessä arvosta 7 t/d arvoon 13 t/d (kuva 36).

Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että maa-alueelta tapahtuvan huuhtoutumisen kautta vesistöön joutuvat ravinteet voivat olla merkittävästi kiintoaineeseen sitoutuneita ja siten sedimentoituvat nopeasti. Kuitenkin ainakin osa aineksesta voi mobilisoitua nopeastikin uudelleen kierto. Asutuksen ja teollisuuden jätevesien ravinteet ovat leville käyttökelpoisemmassa muodossa. Laskelmissa on otettu huomioon ainoastaan jätevesien orgaanisen aineen aiheuttama hapenkulutus. Lisääntyneen perustuotannon mahdollisia sekundäärisiä vaikutuksia ei ole otettu huomioon.

Säännöstelyn vaikutuksia pitoisuuksiin on tutkittu vain järven vesitilavuuden ja viipymän muutosten osalta. Näillä muuttujilla ei tulosten mukaan ole sanottavaa vaikutusta pitoisuuksiin.



Kuva 36. Havaintopaikkojen P16, P23 ja P27 pohjakerroksen happipitoisuus Kajaaninjoen eri BOD₇-kuormitusarvoilla.

7 VESISTÖN KÄYTTÖ JA SIIHEN LIITTYVÄT ONGELMAT

Oulujärven vesistöalueen käyttöä ja käyttökohteiden sijaintia on esitetty kuvassa 37. Kuvan numerointi vastaa tekstin numerointia.

7.1 Vedenhankinta

Kajaanin kaupungissa on vesihuollon piirissä noin 33 080 asukasta eli 92 % asukkaista. Vedenkulutus on ollut noin 7 500 m³. Raakavedenotto tapahtuu viidestä vedenottamosta (kuva 37):

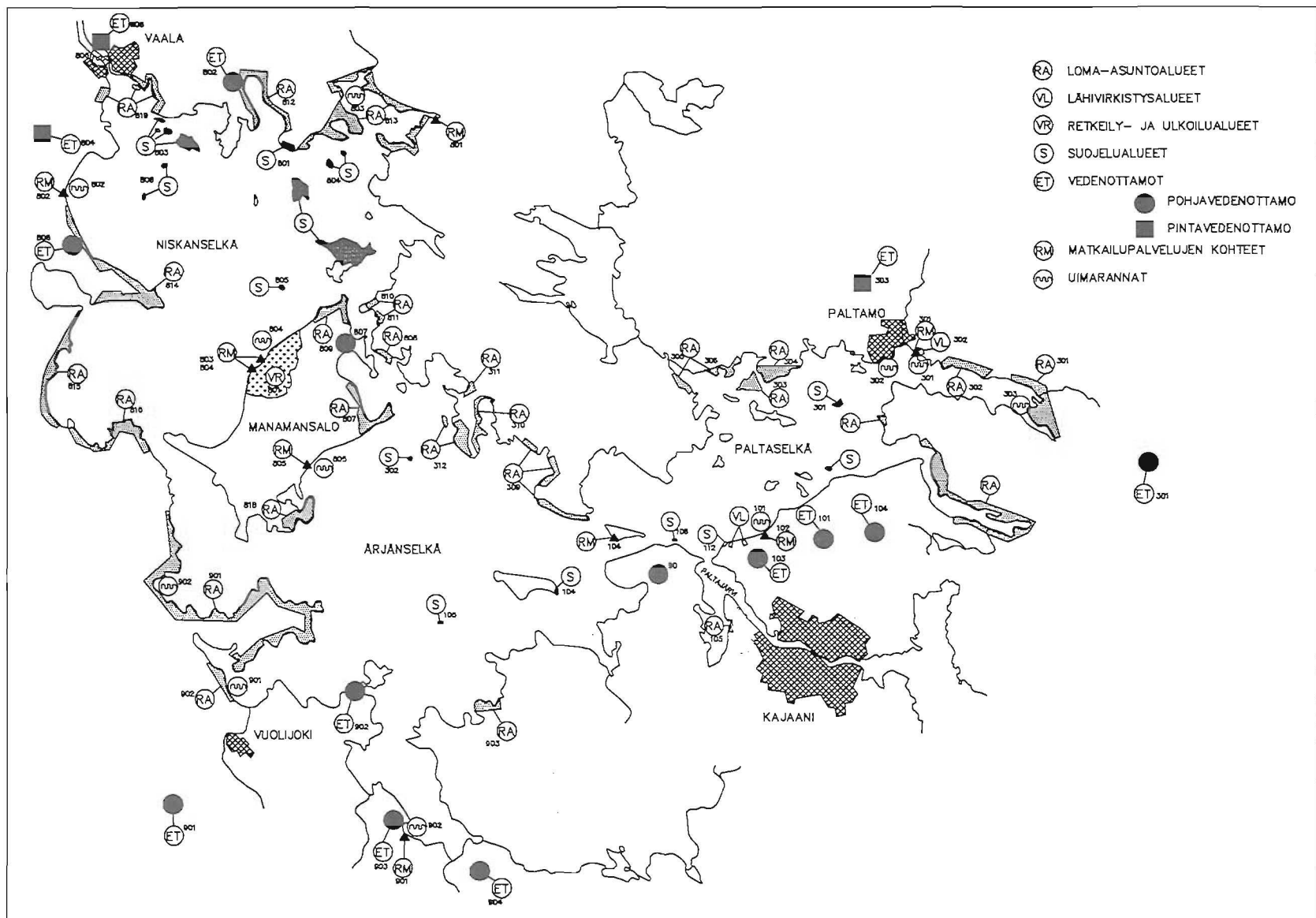
| | |
|------------------|------------------|
| 90) Koutaniemi | |
| 99) Hannusranta | pohjavedenottamo |
| 98) Mustikkamäki | pohjavedenottamo |
| 104) Salmijärvi | pohjavedenottamo |
| 101) Matinmäki | pohjavedenottamo |
| 100) Hauhola | pintavedenottamo |

Pohjavedenottamoiden kapasiteetti on noin 7 500 m³/d ja Hauholan pintavedenottamon kapasiteetti noin 10 000 m³/d. Pohjavedenottamoiden kapasiteetti riittää kattamaan nykyisen vedentarpeen. Käytännössä pohjavedenottamolta ei ole saatu koko kapasiteettia, vaan osa vedentarpeesta on tyydytetty Kajaaninjoen pintavedenottamon avulla. Lähitulevaisuudessa pintavedenotto tulee olemaan arviolta 1000 – 2000 m³/d. Viime vuosina vedenkulutuksen kasvu on ollut vähäistä. Haja-asutusalueella vesihuolto on järjestetty asunto- ja asuntoryhmäkohtaisilla järjestelyillä.

Kajaaninjoen pintavedenottamon yläpuolella ei ole keskitettyä jätevesikuormitusta ja raakaveden laatua voidaan pitää muuten hyvänä, mutta vesi on liian humuspitoista. Humuspitoisen raakaveden puhdistuksessa voi syntyä haitallisia aineita, jotka jäävät käyttöveteen. Pintavesien suojattavuus ulkoisia laatuun vaikuttavia tekijöitä vastaan on huonompi kuin pohjavesien. Toisaalta laatuhäiriöt korjaantuvat nopeammin kuin pohjavesissä. Vedenlaatutekijöiden luontaiset vuodenaikaisvaihtelut ovat pintavesissä suuria. Yläpuolisen vesistöalueen hajakuormitus ja ilman kautta leviävät epäpuhtaudet voivat olla vaarana pintavesien puhtaudelle.

Kajaanissa on suunniteltu siirtymistä kokonaan pohjaveden käyttöön, jolloin nykyinen pintavedenottamo jäisi kokonaan varaottamoksi. Tämän vuoksi on Koutaniemen ja Ärjänsaaren alueella suunniteltu mm. tekopohjaveden muodostamista. Selvittelyn alla on myös ollut Kajaaninjoen jätevesien vaikutus rantaimetyymisen kautta näiden alueiden pohjaveteen.

Yhtyneet Paperitehtaat Oy ottaa käyttövetensä purkualueen yläpuolelta ja käyttää Kajaaninjoen vettä osin kemiallisesti puhdistettuna. Veden käytössä ei ole ollut ongelmia.



Kuva 37. Oulujärven vesistöalueen käyttö ja käyttökohteet.

Muiden Oulujärven alueen yhdyskuntien vesilaitosten vedenhankinta on esitetty seuraavassa asetelmassa:

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| Paltamo | 301 Sarvikangas pohjavedenottamo |
| | 303 Koikerojärvi pintavedenottamo |
| Vaala | 802 Kankari pohjavedenottamo |
| | 804 Länsi-Vaala pintavedenottamo |
| | 806 Säräisniemi pohjavedenottamo |
| | 807 Manamansalo pohjavedenottamo |
| Vuolijoki | 901 Honkamäki pohjavedenottamo |
| | 902 Kuusiranta pohjavedenottamo |
| | 903 Vuottolahti pohjavedenottamo |
| | 904 Siltalanperä pohjavedenottamo |

Oulun kaupunki käyttää Oulujärvestä purkautuvaa Oulujokea raakavesilähteenään.

7.2 Jätevesien johtaminen ja muu kuormitus

Jätevesien johtamista ja muuta kuormitusta on aiemmin käsitelty kohdassa 4.

Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n jätevesien aiheuttama suurin haitta on ollut jätevesikuormituksesta johtuva happipitoisuuden aleneminen – jopa happikato – alapuolisessa vesistöissä. Kuormituksen vähennyttyä happipitoisuus ei ole ollut keskeinen ongelma Oulujärvestä. Kajaaninjoessa ja Paltajärvestä BOD₇-kuormituksen vaikutukset ovat oleellisesti riippuvaisia Kajaaninjoen virtaaman suuruudesta.

Jätevesien sisältämät kasviravinteet aiheuttavat veden rehevöitymistä. Rehevöityminen on pilaantumista, kun se selvästi huonontaa vesistön muun käytön edellytyksiä. Rehevöityminen ilmenee perustuotannon kohoamisena eli planktisen levästön, pohjalevästön ja ranta-alueiden makrofyyttien määrän kasvuna. Jätevesistä johtuvia rehevöitymisilmiöitä on esiintynyt lähinnä Paltajärvellä, Paltaselällä ja Ärjänselän itäosassa. Levästä tarttuu mm. kalanpyydyksiin, jolloin se heikentää pyydysten pyytävyyttä ja lisää kalastuksesta aiheutuvaa työmäärää. Levästön biomassan voimakkaasti kasvaessa rehevöityminen voi ilmetä järvissä levälauttoina eli ns. leväkukkana vesistön pinnalla. Leväkukintaa suunnittelualueella on esiintynyt erityisesti Sokajärvestä.

Ravinnepitoisuuden nousu voi aiheuttaa muutoksia myös levästön lajirakenteessa esim. muuttamalla sitä sinilevävaltaiseen suuntaan. Tietty sinilevien fysiologiset kannat voivat aiheuttaa runsaana esiintyessään maku- ja hajuvirheitä juomavedessä ja kaloissa, lisäksi

tavataan eri tavoin myrkyllisiä leväkantoja. Rehevöityminen aiheuttaa myös ns. sekundääristä hapenkulutusta, sillä syntynyt orgaaninen aines kuluttaa hajotessaan vesistön happivaroja.

Jätevesien sisältämät haitta-aineet voivat aiheuttaa veteen myös epänormaalia hajua ja makua. Jätevesistä johtuvia kalojen makuvirheitä on esiintynyt lähinnä Kajaaninjoessa ja Paltajärvestä. Mm. vuonna 1984 suoritettujen kirjolohialtistuskokeiden tuloksista todetaan (Miettinen ym. 1986), että vaikka Pihlajaniemessä ja Paltajärvestä altistettujen kalojen haju- ja makuarvot olivat huomattavasti paremmat kuin v. 1981, niin silti kalat arvosteltiin edelleen ihmisravinnoksi kelpaamattomiksi haju- ja makuvirheiden vuoksi. Vuonna 1989 tehtyjen testien mukaan vain Pihlajaniemessä, lähinnä tehdasta, altistettut kalat olivat keitettynä hajultaan ja maultaan selvästi saastuneita. Muut näytteet olivat laadultaan tyydyttäviä.

Jätevesien vaikutuksia kalojen aineenvaihduntaan tutkittiin samoilla sumputuskokeilla. Kloorifenoleiden ja hartsihappojen ym. haitallisten orgaanisten aineiden pitoisuudet samoin kuin niiden vaikutukset sekä vedessä että kaloissa olivat 1980-luvun aikana oleellisesti vähentyneet. Kuitenkin vuonna 1989 tehtyjen sumputusten perusteella lähinnä tehdasta, Pihlajaniemessä, sumpututettujen kalojen vesi- ja ionitasapaino oli häiriintynyt ja niiden energiankulutus oli lisääntynyt. Myös vierasaineenvaihdunta oli aktivoitunut, mikä osoittaa vedessä olleen kalojen elintoimintoja haittaavia aineita. Kalat pystyivät vuonna 1989 kuitenkin aikaisempia vuosia paremmin poistamaan vierasaineita elimistöstään. Lieviä elintoimintojen muutoksia oli nähtävissä myös muilla teollisuusjätevesien purkupaikan alapuolisilla havaintopaikoilla vertailualueeseen verrattuna, mutta muutokset vuonna 1989 olivat huomattavasti pienempiä kuin vuosina 1981 ja 1984.

Vuosikymmenen aikana on Kajaaninjoen alajuoksulle kertynyt pohjalle laskeutunutta kiinteää jätettä. Pääosan jätteestä muodostavat paperi- ja selluteollisuuden jätekuidut sekä täyteaineet, talkki ja kaoliini sekä asutusjätevesien tuomat orgaaniset aineet. Jätevesien puhdistuksen tehostuessa veden myrkyllisyys on pienentynyt ja happamuus vähentynyt. Tämän seurauksena kuitukerrostumien biotoiminta on elpynyt ja syntyvät kaasut nostavat "kuituklönttejä" pintaan. Ensimmäiset selvät merkit kuitujen irtautumisesta saatiin muutama vuosi sitten. Anaerobisesta pohjasta vapautuu pelkistyneitä yhdisteitä, jotka kuluttavat vesistön happivaroja. Kuitujen nousu ei ainakaan vielä ole kovin vilkasta, mutta nyt jo ranta-asukkaille haitta on tuntuva. Mikäli biotoiminta nopeutuu, voi kuitujen noususta ja pahanhajuisista kaasusta tulla niin suuri ongelma, että Kajaaninjoki vaatii kunnostustoimenpiteitä.

Sokajärven ongelmat (vähähappisuus, leväkukinta ja kalojen makuvirheet) johtuvat pääasiassa järven oman lähivaluma-alueen hajakuormituksesta sekä 1960 – 1980-lukujen aikana Paltajärvestä tulleista jätevesistä. Nykyisin jätevesillä ei ole juuri merkitystä, mutta hajakuormituksen ohella sisäinen kuormitus vaikuttaa olennaisesti järven tilaan.

7.3 Vesivoiman tuotanto ja säännöstely

Oulujärveä ryhdyttiin säännöstelemään vesistötoimikunnan antaman väliaikaisen luvan turvin 1.11.1951. Oulujärven säännöstelyväli on 2,7 m ja säännöstelytilavuus 2343 milj.m³, josta vuosina 1965 – 1971 käytettiin 61 % (Vesihallitus 1986). Nykyinen luvan (PSVEO 1974, KHO 1976) mukainen säännöstely on alkanut 1977. Oulujärven säännöstely on ns. negatiivinen eli keskivedenkorkeutta on laskettu noin 30 cm.

Oulujärven luonnontilainen keskivesi oli v. 1921–1950 NN + 122,53, 1971–1980 NN + 122,15 ja 1981–1990 NN + 122,21. Säännöstelty vedenpinta saavuttaa luonnontilaisen korkeuden keskimäärin elokuun alussa ja laskee uudelleen alle luonnonmukaisen korkeuden joulukuussa.

Epäedullisina vesivuosina säännöstelty vedenpinta voi olla koko vuoden noin 0,5 metriä alempana kuin luonnontilaisen järven pinta olisi ollut vastaavissa olosuhteissa.

Oulujärven säännöstelyssä on otettu huomioon voimatalouden lisäksi tulvahaittojen poistaminen. Kevät- ja kesätulvat ovat jääneet pois kevättalvisen "kuopan" vuoksi, minkä lisäksi vedenkorkeuden yläraja on määrätty rantapeltöjen vaatiman kuivatus-syvyyden mukaan. Syksyllä yläraja on alempana kuin kasvukaudella, jotta peltojen syyskyntöjen aikana kuivavaraa olisi riittävästi.

Tulvien jäätyä pois ovat vyöryrannat vähentyneet niin, että niitä on enää aavojen selkien kohdalla. Vyöryrantoja on lähinnä Ärjänsaarella, Koutaniemen länsipäässä, Manamansalossa, Säräisniemellä ja Kuostonsaarella. Säännöstelyn aikaiset rantojen vyörymiset ovat sattuneet yleensä sellaisina syksyinä, jolloin vesi on ollut korkealla ja myrskytuulen suunta on ollut sopiva.

Hiekkarantoja on ollut etupäässä vyöryrantojen kohdalla ja erityisillä hiekan ns. kasautumisrannoilla. Suojaisilla paikoilla, kuten lahtien rannoilla, ovat matalat rannat luonnostaan luhdittuneet. Säännöstelyn aikana luhdittuminen ja soistuminen on ulottunut myös niille hiekkarannoille, joiden kohdalla vyöryminen on loppunut säännöstelyn vuoksi.

Säännöstelyn aikainen keskivedenkorkeus on noin 0,3 metriä luonnontilaista alempana. Kasvillisuus on laajentunut vastaavasti, vaikkakaan raja ei ole yksiselitteisen selvä. Jos vedenpinta on useana kesänä peräkkäin alhaalla, nopeasti leviävät lajit levittäytyvät laajemmalle, mutta vedenkorkeuden ollessa taas useana peräkkäisenä vuotena ylempänä, nämä kasvilajit joutuvat peräytymään. Joillakin rannoilla veden mukana kulkeutuva hiekka kasaantuu kasvillisuusalueen ulkoreunalle, erityisesti pensaita kasvavan vyöhykkeen kohdalle, johon vähitellen muodostuu kynnyks, jonka rannan puoleinen osa myös veden noustessa jää kuiville ja soistuu.

Esimerkiksi 1970-luvulla oli havaittavissa, että luhtarantojen kohdalle, entisen keskivedenkorkeuden alapuolelle, oli kasvanut mm. leppää ja koivua. Vuoden 1980 jälkeen vedenpinta on ollut kesäisin yleensä melko ylhäällä, joten puut ja pensaat sekä muutkin kuivan maan kasvit ovat hävinneet luhtarantojen ja vesialueen välistä.

Kevättalvinen vedenpinnan lasku lisää pohjaan laskeutuvan jään peittämän ranta-vyöhykkeen pinta-alaa jopa kaksinkertaiseksi normaalitilaan verrattuna. Jään alla jäätyvässä tuottavassa kerroksessa kasvavat uposlehtiset kasvit häviävät ja kalojen ravintona tärkeiden pohjaeläinten lajiluku- ja yksilömäärät romahtavat. Oulujärvelläkin vain osa siitä pinta-alasta, jolle jää veden alentuessa laskeutuu, jäätyy.

Säännöstelyn aiheuttama kevättalvinen vedenpinnan lasku vähentää vesitilavuutta ja siten lisää vaaraa, että jätevedet kuluttavat vesistöä hapen loppuun. Toisaalta kuitenkin vastaavan ajankohdan luonnontilaista runsaammat juoksutukset parantavat Kajaaninjoen, Paltajärven ja Paltaselän vastaanottokykyä. Kesäaikaan mahdollisesti sattuva alhainen vedenkorkeus korostaa jätevesien haittavaikutusta.

Talousveden hankintaan säännöstely vaikuttaa haitallisesti alentamalla keväisin pohjavedenpintaa rannoilla. Oulujärven rantojen kaivoissa on vesi usein rauta- ja mangaanipitoista ja vedenpinnan aleneminen vielä huonontaa tilannetta. Suunnittelualueella ongelma on suurin Vuoreslahden alueella ja Sokajärven ympäristössä. Säännöstely vaikeuttaa myös järven veden saantia pesu- ja kasteluvedeksi sekä karjan juottoon erityisesti matalien rantojen kohdalla.

Rantojen virkistyskäyttöön säännöstelyn haittavaikutukset ovat moninaiset. Hiekka-rantojen soistuminen ja yleensäkin matalien rantojen kasvillisuuden lisääntyminen vaikuttaa vesimaisemaan ja vaikeuttaa uimista. Vesiraja jää matalilla rannoilla lähes puolen kilometrin päähän rantaviivasta vielä kesäkauden alussa ja se on keväisin vielä kauempana. Rannan käyttäjä on yleensä myös veneilijä tai kalastaja, joten hän joutuu kokemaan myös näille käyttömuodoille aiheutuvat haitat.

Vesiliikenteeseen ja veneilyyn säännöstelyn alhaiset vedenkorkeudet vaikuttavat haitallisesti vähentämällä kulkusyvyyttä ja vaikeuttamalla rantautumista ja venevalkamien käyttöä. Keväisin joudutaan veneitä pitämään syvemmilläkin rannoilla kauempana rantaviivasta tai laiturista usein liejuisella pohjalla.

Kalataloudelle aiheutuvat haitat voidaan jakaa kalastolle aiheutuviin haittoihin ja kalastukselle aiheutuviin haittoihin. Kalastosta ovat kärsineet erityisesti syyskutuiset kalat, mutta myös kevätkutuisista kaloista varsinkin hauen kutu on usein epäonnistunut kasvillisuusrantojen ollessa hauen kutuaikana kuivilla. Syyskutuisista kaloista ovat jääneet jäljelle vain syvällä kutevat kalakannat, sillä matalilla rannoilla mäti tuhoutuu keväisin tapahtuvan vedenpinnan laskun vuoksi. Säännöstely vähentää pohjaeläin-tuotantoa, mistä erityisesti taimen on kärsinyt. Taimenen poikaset käyttävät ravintonaan etupäässä pohjaeläimiä ja siirtyvät myöhemmin kalaravintoon. Taimenen istutuksista on saatu tuloksia vasta sen jälkeen, kun istutukset on tehty suurilla, jo kalaravintoon siirty-neillä poikasilla. Taimen- ja siikakannat ovat velvoiteistutusten vuoksi nykyisin hyvät.

Oulujärvessä ovat vaelluskalat sekä virta- ja koskikutuiset kalalajit istutusten varassa, sillä voimalaitokset estävät kalojen ylöspäin vaellukset ja pääosa kutualueista on voima-laitosten vuoksi tuhoutunut.

Kalastukselle aiheutuvat säännöstelystä samat haitat kuin veneilylle. Lisäksi kalastusta on haitannut apajapaikkojen ja yleensäkin kalastustapojen muuttuminen. Matalalla kute-neet siika- ja muikkukannat ovat hävinneet, joten istutettujen kalojen apajapaikat oli etsittävä. Talvinen rysä- ja verkkokalastus on vaikeutunut matalilla alueilla, sillä vedenpinnan laskiessa verkot jäätyvät jäähän kiinni ja rysät särkyvät.

Karjataloustiloille säännöstely aiheuttaa ylimääräistä työtä ja kustannuksia, sillä rantalaiduntien aidat on tehtävä ja purettava vedenkorkeusvaihtelujen mukaan. Mikäli karjan juotto on järviveden varassa, on veden saanti matalilla rannoilla hankalaa.

7.4 Uitto ja puun vesivarastointi

Ennen vesivoimalaitosten rakentamista puut uitettiin irtouittona. Jokien suiden vastuualueilla ja purkauslaitureilla uittopuut lajiteltiin ja kerättiin lautoiksi hinausta varten. Oulujärven uitossa oli päämäärä Kajaani tai Oulu.

Voimalaitosten rakentamisen jälkeen siirryttiin nippu-uittoon, jolloin uitto oli mahdollista vain Sotkamon ja Hyrynsalmen reiteillä sekä Oulujärven pudotuspaikoilta käsin. Uiton päämääränä oli aluksi Kajaani ja Oulu, mutta Oulujoella uitto loppui v. 1982. Sotkamon reitillä oli viimeinen uitto v. 1984 ja Hyrynsalmen reitillä v. 1990. Nykyisin puuta siis uitetaan enää Oulujärven pudotuspaikoilta, lähinnä vain Mieslahden pudotuspaikalta Kajaaniin. Kajaaninjoella ja Paltajärvellä tapahtunut vesivarastointi on niinikään vähentynyt niin, että Kajaaninjoelle jää vain 41 ha uitolle varattuja alueita, kun niitä vielä 1991 voimassa olevassa uittosäännössä oli 122 ha.

Uiton on toimittanut Oulujoen uittoyhdistys. Uittosääntö on edelleen voimassa Oulujärven lisäksi myös Sotkamon ja Hyrynsalmen reiteillä. Oulujärveä koskeva uittosäännön muutoshanke on vireillä Kajaaninjoen osalta. Kalkkisillan pudotuspaikka jää pois käytöstä ja muutenkin uitolle varatut alueet supistuvat huomattavasti.

Uittopuun määrä on ollut Oulujärvellä suurimmillaan v. 1964 550 000 m³ ja uittosuorite 27,7 milj. m³-km. Oulujoen uittoyhdistys arvioi tulevaisuuden uittomäärän olevan noin 100 000 m³ vuodessa.

Irtouiton aikana oli hukkapuun määrä varsin suuri. Eniten puita ja muuta roskaa upposi pohjaan vastuualucilla, mutta myös hinauksen aikana puita upposi tai karkasi lautasta. Nippu-uiton aikana hukkapuun määrä väheni, mutta erityisesti jäälleajopaikoilla ja pudotuspaikoilla on ollut ongelmia sidelangoista, uppopuista, puiden kuoresta ja muusta roskasta.

Nykyisin on uppopuista ongelmia lähinnä vain Kajaaninjoella. Jäälleajo- ja pudotuspaikoilla on pohjan roskaantumisen lisäksi haittana uittolaitteiden rikkoutuminen. Etenkin vedenpinnalle jäävät rikkoontuneet uittolaitteet ovat vaarallisia veneilylle. Huonokuntoiset uittolaitteet pilaavat myös maisemaa.

7.5 Liikenne

7.5.1 Vesiliikenne

Vesiliikenne oli Kainuussa ennen tiestön kehittymistä huomattava liikennemuoto. Nykyisin ei Oulujärvellä enää ole säännöllistä laivaliikennettä lukuunottamatta tilausliikennemuotoista vesibussiyhteyttä Kajaanista – Ärjänsaareen – Vuolijoelle sekä uiton hinaajaliikennettä, joten veneliikenne on pääasiassa moottori- ja soutuveneliikennettä. Koko Oulujärvellä on Oulun luotsipiirin merkitsemiä laivaväyliä yhteensä noin 370 km.

Kainuun vesipiirin vesitoimiston toimesta suoritettiin kesällä 1971 Oulujärven venelaskenta. Koko alueen venemääräksi saatiin tällöin 2 904 kpl eri suuruisia veneitä. Vuonna 1982 suoritettuna laskennan mukaan venemäärät olivat kasvaneet tänä aikana suurimpien taajamien osalta noin 13 %.

Vuoden 1989 heinäkuussa suoritettiin Oulujärvellä venelukemalaskenta (Ollila 1990). Laskennassa havaittiin 8:lla havaintopisteellä lähes 1 300 venettä.

Venetyypeittäin havainnot jakautuivat seuraavasti:

| Venetyyppi | kpl | osuus % |
|---|------|---------|
| Pienveneet | 904 | 71,1 |
| Kajuutalliset moottoriveneet | 333 | 26,2 |
| Purjeveneet ja moottori- purjehtijat | 31 | 2,4 |
| Moottori- ja höyry- alukset | 4 | 0,3 |
| Rahtialukset | 0 | 0 |
| Erikoisalukset/ -kuljetukset | 0 | 0 |
| Yhteensä | 1272 | 100,0 |

Taulukosta havaitaan, että pienveneiden osuus oli suurin, noin 70 %. Toinen merkittävä ryhmä oli matkaveneiksi laskettavat kajuutalliset moottoriveneet ja purjeveneet, joita oli 28 %.

Samana vuonna suoritettiin venemäärälaskenta (Ollila 1990), jossa Oulujärven venemääräksi saatiin yli 3 400 venettä.

Venemäärät jakautuivat kunnittain seuraavasti:

v. 1989

| | |
|-----------|----------|
| Vaala | 1120 kpl |
| Kajaani | 1019 kpl |
| Paltamo | 670 kpl |
| Vuolijoki | 600 kpl |
| Yhteensä | 3409 kpl |

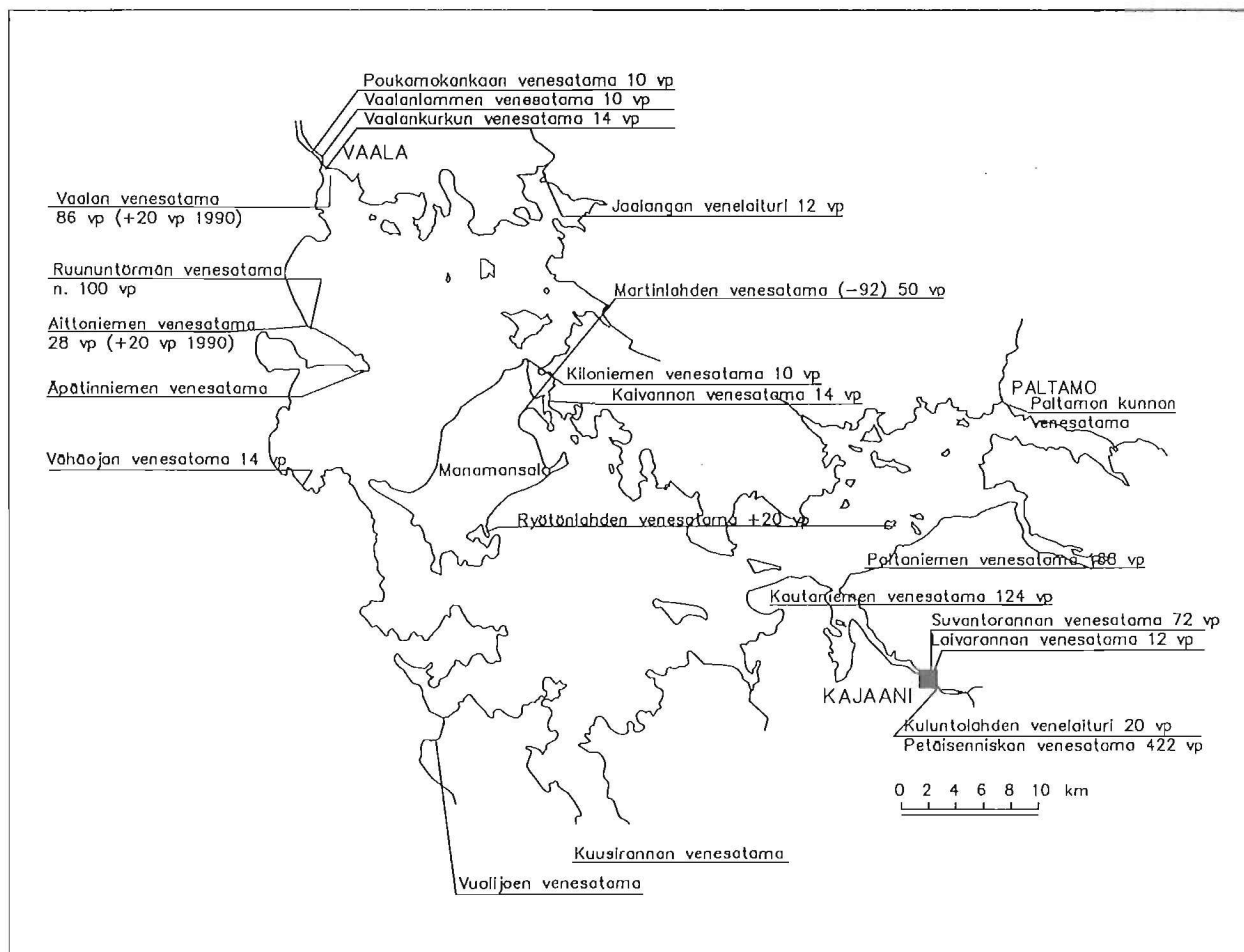
Kainuun vesipiiri on v. 1979 rakentanut Paltaniemeen 100-paikkaisen venesataman, jota Kajaanin kaupunki on laajentanut 88:lla uudella venepaikalla. Koutaniemessä on 124-paikkainen venesatama. Kajaaninjoella on valmiita venesatamapaikkoja Suvantorannan venesatamassa 72 kpl ja Laivarannan venesatamassa 12 kpl. Voimalaitosten yläpuolella on lisäksi Petäisenniskan venesatama, jossa venepaikkoja on 422 kpl ja Kuluntalahden venelaituri (20 vp). Vetoluiska-alueita on em. venepaikka-alueiden lisäksi mm. Kuluntalahdella ja Hannusrannalla (kuva 38).

Vaalan kunnan alueella on venepaikkoja kaikkiaan noin 200, lisäksi on kunnassa suunnitteilla venesatamien huomattavaa lisäystä:

| | | |
|---------------------------|-----|------------|
| Vaalan venesatama | 138 | vp |
| Poukamokankaan venesatama | 10 | vp |
| Vaalanlammen venesatama | 10 | vp |
| Vaalankurkun venesatama | 14 | vp |
| Jaalangan venesatama | 12 | vp |
| Ruununtörmän venesatama | 106 | vp |
| Aittoniemen venesatama | 28 | vp + 20 vp |
| Kiloniemen venesatama | 10 | vp |
| Vähäojan venesatama | 14 | vp |
| Kaivannon venesatama | 14 | vp |
| Rytölähdän venesatama | 20 | vp |
| Martinlahden venesatama | 30 | vp |

Lisäksi vuosille 1991 – 1993 on suunniteltu 3 uutta venesatamaa (kuva 38).

Paltamon kunnan venesatamapaikat ovat Kiehimänjokisuussa. Kaikkiaan venepaikkoja on 80 ja venesatamia laajennetaan lähitulevaisuudessa (kuva 38).



Kuva 38. Oulujärven venesatamat.

Suurimmat veneilyhaitat ovat hajonneista puutavaraniipuista karanneet puut sekä uppoamistilassa olevat ns. "kekkopäät". Maihinnousuvaikeudet ja veneenpitovaikeudet rannoilla ovat lähinnä säännöstelystä johtuvia haittoja, joita on lievennetty vene-satamien avulla.

7.5.2 Oulujärven ylitystie

Oulun – Kajaanin tieyhteyden kehittämistä koskevassa selvityksessä päädyttiin ratkaisuun, jossa tie johdettaisiin Oulujärven yli Toukansaaren kohdalta. Suunnitellulla tielinjalla tarvitaan vesistösiltoja Toukansalmessa, Toukanlamassa, Sokasalmessa ja mahdollisesti Vimparinsalmessa. Erityisen merkittäviä näistä ovat Toukansalmen ja Toukanlammen siltaratkaisut. Suunnitelmissa eri siltavaihtoehtojen pituudet ovat 308 – 600 m.

Koponen ja Sarkkula (1984) ovat selvittäneet ylitystien virtaus- ja vedenlaatuvaikutuksia käyttäen apuna matemaattista virtaus- ja vedenlaatumallia. Pääosa Paltaselän läpivirtauksesta tapahtuu Toukansalmen kautta (keskim. 200 m³/s). Vettä vaihtuu matalan Toukanlammen kautta keskimääräisellä tuulen nopeudella 20 – 60 m³/s. Virtauksen suunta riippuu tuulen suunnasta. Talvella jääpeite estää virtauksen Toukanlammen kautta lähes kokonaan.

Ylitystien vesistövaikutuksista tutkimuksen johtopäätöksissä todetaan:

"Toukansalmen ja Toukanlammen supistamisella näyttää olevan keskimääräisissä olosuhteissa hyvin vähän vaikutusta Paltaselän veden laatuun. Tämä johtuu keskeisesti kolmesta tekijästä:

- Biologinen hapenkulutus ja fosforipitoisuus ovat Paltaselällä pieniä
- Läpivirtaus dominoi Paltaselän veden laatua
- Tuulen aiheuttama virtaus Ärjänselältä Paltaselälle vaikuttaa veden laatuun vain salmien lähellä.

Kuitenkin avovesikauden alivirtaamatilanteessa, jolloin läpivirtauksen vaikutus vähenee, tuulen aiheuttaman vaihdunnan supistuminen nostaa Paltaselän fosforipitoisuutta (korkeintaan 1 – 2 µg/l) ja vaikuttaa veden laatua huonontavasti pienillä Toukansalmen poikkileikkausaloilla. Tällainen alivirtaamatilanne toistuu joka viides vuosi." Laskelmia tehtäessä silta-aukkojen suuruus on ollut alle 300 m. Nykyisissä suunnitelmissa aukon suuruus 600 – 800 m, jolloin hankkeella ei juuri ole laskennallisia veden laatuvaikutuksia.

Oulujärven ylitystie on ristiriidassa luonnon koskemattomuusperiaatteiden kanssa ja toteutuessaan tie aiheuttaisi meluhaittaa laajalla alueella. Tie ei ole sopusoinnussa niiden kehittämishankkeiden kanssa, jotka pyrkivät tuomaan esille Oulujärven luonnetta "suurena erämaajärvenä". Toisaalta tie edistäisi Oulujärven rantojen käyttöön, kalastukseen ja veneilyyn perustuvaa virkistyskäyttöä ja alueen elinkeinoelämää. Ympäristöministeriö ei ole hyväksynyt tielinjausta vahvistamaansa Seutukaava III:een. Korkein hallinto-oikeus on vahvistanut ministeriön päätöksen.

7.6 Kalastus

7.6.1 Vesialueiden omistus, kalastuskunnat ja kalastusalue

Oulujärvi kuuluu Oulujärven kalastusalueeseen, mikä vesistön yläosalta päin alkaa Koivukosken ja Leppikosken padoilta ja päättyy Jylhämän patoon. Oulujärven lisäksi kalastusalueeseen kuuluvat järveen laskevat pienvesistöt.

Paltaselän eteläosa kuuluu pääosaksi Paltaniemen – Jormuan ym. kalastuskunnan alueisiin ja pohjoisosa Kiehimän – Melalahden ym. kalastuskunnan alueisiin. Kajaaninjoen alaosalla on myös Kajaanin kaupungin vesiä. Kaikkiaan Oulujärven jakokuntien omistuksessa on noin 56.400 ha vettä, millä alueella toimii 12 järjestäytynyttä kalastuskuntaa. Lisäksi Manamansalon ympäristössä on pieniä yksityisiä vesialueita.

Metsähallituksella on Oulujärvellä valtion vesialueita pääasiassa Niskanselällä ja Manamansalon ympäristössä yhteensä noin 5700 ha.

Kylänrajojen ulkopuolella olevaa valtion omistamaa yleisvettä on Niskan- ja Ärjänselällä yhteensä noin 29 815 ha. Yleisveden kalastuksen järjestely kuuluu kalastusalueen valtuuskunnalle.

7.6.2 Oulujärven kalastus

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos aloitti Oulujoen vesistön kalatalouden laajat tutkimukset 1970-luvun alussa (Salojärvi ym. 1981). Oulujärvellä työ jatkui 1980-luvulla Oulujärven kalatalouden kehittämissuunnitelman laadintana (Salojärvi & Partanen 1985).

Järven säännöstelyn velvoitteellisena kalataloustarkkailuna on julkaistu yhteenveto vuosilta 1986–1990 (PSV 1991). Lisäksi Oulujärveltä on tehty erillisselvityksiä mm. ammattikalastuksesta (PSV 1989) ja troolauksesta (Oulun kalastuspiiri 1989, 1990 ja 1991).

7.6.2.1 Virkistys- ja kotitarvekalastus

Vapaa-ajankalastuksessa virkistykseen liittyvät arvostukset ovat lisääntyneet. Vuonna 1990 vapaa-ajankalastukseen Oulujärvellä osallistuneista henkilöistä piti yli puolet itseään ensisijaisesti virkistyskalastajina (Kajaani 69 %, Paltamo 59 %, Vaala 49 % ja Vuolijoki 48 %). Viime vuosina etenkin vetouistelu on lisääntynyt.

Oulujärven ympäristökuntien talouksista joka viides harrasti kalastusta Oulujärvellä. Yhteensä harrastuskalastajia oli 5.906 henkilöä 3.835 taloudesta. Ulkopaikkakuntalaisia, Oulujärvellä vapaa-ajan asunnon omistavia kalastajia oli 344 taloudessa yhteensä 635 henkilöä. Kun näihin lukuihin lisätään Oulujärvellä pilkintää ja ongintaa harrastavat, on yhteenlaskettu kotitarve- ja virkistyskalastajien määrä vuosittain noin 10.000 henkilöä.

Paikallisista kotitarve- ja virkistyskalastajista noin 70 % kalasti kesäkuukausina. Vähäisintä kalastus oli marraskuussa.

Paikallisten talouksien kalastuksessa käytettiin 18.500 verkkoa, mökkiläisillä oli käytössään noin 2.600 verkkoa. Vapapyydyksiä käytti yli puolet talouksista.

Kotitarve- ja virkistyskalastuksen kokonaissaalis vuonna 1990 oli 254 tonnia, josta haukea 64 t, ahventa 49 t, muikkua 39 t, madetta 31 t, siikaa 29 t ja taimenta 8 t (taulukko 23).

7.6.2.2 Ammattimainen kalastus

Oulujärven ammattikalastajaselvityksen (Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1989) mukaan Oulujärvellä laskettiin olleen v. 1988 85 ammattimaista kalastusta (kalan myyntiä) harjoittavaa taloutta, jotka jakautuivat pääasiallisen kalastusalueen mukaan seuraavasti:

| | | |
|-------------|-------------|---------------|
| Paltaselkä | 11 taloutta | 11 kalastajaa |
| Ärjänselkä | 39 taloutta | 45 kalastajaa |
| Niskanselkä | 35 taloutta | 43 kalastajaa |
| <hr/> | | |
| Yhteensä | 85 taloutta | 99 kalastajaa |

Kalastus Oulujärvellä keskittyy avovesikauteen ja siinä kaksijakoisesti kevääseen ja syksyyn. Talvikalastusta harjoitti alueesta riippuen 70 – 90 % kalastajista, mutta kalastuspäivistä yli puolet keskittyi touko-kesä- ja syys-lokakuulle.

Ammattimainen kalastus Oulujärvellä keskittyy verkko-, isorysä-, nuotta- ja troolikalastukseen. V. 1988 käytössä oli noin 3100 harvaa verkkoa ja vajaa 1000 muikkuverkkoa. Isorysiä oli käytössä 43 kpl, nuottia 11 kpl ja troolausta harjoitti 7 trooliporukkaa.

7.6.2.3 Saaliit

Ammattikalastajien kokonaissaalis oli v. 1990 noin 273 t (taulukko 23). Saaliista oli muikkua noin 46 – 50 %. Tärkeimmän saaliskalan muikun kannat vaihtelevat voimakkaasti 3 – 4 vuoden jaksoissa, joten tämä vaikuttaa voimakkaasti Oulujärven vuosittaiseen saalismäärään. Saaliista noin 40 – 50 % saatiin Ärjänselältä.

Kotitarve- ja virkistyskalastajien saaliit v. 1990 olivat noin 230 t. Pääsaaliskalat olivat hauki, ahven ja muikku.

Oulujärven kokonaissaalis v. 1990 oli noin 530 t, kun edellisten lisäksi huomioidaan Kiehimäjoen lipposaalet ja muissa kuin Oulujärveen rajoittuvissa kunnissa asuvien kalastajien saaliit.

Taulukko 23. Oulujärven saalis (kg) kalastajaryhmittäin v. 1990 (Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1991)

| | Kotitarve- ja virkistyskalastus | | Ammattikalastus | Troolip. | Yhteensä |
|----------|---------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------|----------|
| | paikalliset | ulkop. mökkiläiset | Verkko, rysä- ym.pyynti | | |
| Siika | 23.246 | 5.369 | 9.306 | 13.239 | 51.160 |
| Muikku | 32.179 | 6.281 | 47.778 | 100.434 | 186.672 |
| Ahven | 46.086 | 2.961 | 5.256 | – | 54.303 |
| Kuha | 277 | 2 | 12 | – | 291 |
| Hauki | 62.321 | 2.501 | 10.521 | 6.908 | 82.251 |
| Made | 30.011 | 1.154 | 7.212 | – | 38.377 |
| Särki | 23.597 | 3.205 | 3.334 | – | 30.136 |
| Lahna | 3.824 | 159 | 663 | – | 4.646 |
| Säyne | 317 | – | 8 | – | 325 |
| Taimen | 6.959 | 1.142 | 1.295 | 160 | 9.553 |
| Harjus | 92 | – | – | – | 92 |
| Kuore | 114 | 68 | 8.208 | 58.000 | 66.390 |
| Muut | 1.590 | 107 | 130 | – | 1.827 |
| Yhteensä | 230.610 | 22.949 | 93.723 | 178.741 | 526.023 |

Kalakanta-arvioiden perusteella (Salojärvi ja Partanen 1985) Oulujärven kokonaissaaliin lisääminen 1,5-kertaiseksi on mahdollista. Tämä merkitsee 700 – 800 tonnin vuosisaalista. Oulujärven kalatuotannon edelleen lisääminen mm. lajikoostumusta muuttamalla on mahdollista. Särki- ja kuorekantojen runsauden lisäksi on ongelmana muikkukantojen periodinen vaihtelu, joka haittaa etenkin ammattimaista kalastusta.

7.6.3 Kalakantojen hoito

Oulujärvellä kalakantojen hoito on perinteisesti ollut kalanpoikasten istutuksia. Muu hoito – kututurot, kutupaikkojen kunnostus – on ollut vain paikallista harrastustoimintaa.

Viime vuosina tarve hoitokalastukseen mm. poistamalla roskakaloja on korostunut, mutta osin turkistarhauksen laman ja osin julkisen tuen puuttumisen vuoksi ei esimerkiksi norssin troolaus ole ollut kalastajille kannattavaa.

Kalanpoikasten istutukset Oulujärveen alkoivat vuonna 1938, jolloin Hakasuon kalanviljelylaitos istutti siikaa ja lohta. Vuoteen 1981 mennessä järveen oli istutettu 20 kalalajia sekä lisäksi lohen ja taimenen risteymä. Määrällisesti suurimpia ovat olleet vastakuoriutuneiden siikojen ja haukien istutukset (Salojärvi ym. 1985).

Oulujärven istutusten pääosan muodostaa Oulujärven säännöstelyn kalanhoitovelvoite. Istutusvelvoitteita on myös Yhtyneillä Paperitehtailla ja Kajaanin kaupungilla jätevesiensä vaikutusalueelle Kajaaninjokeen ja Paltaselälle sekä Kainuun kalanviljelylaitoksella Varisjoessa.

Velvoitteellisten istutusten lisäksi kalastuskunnat, kalastusalue ja RKTL istuttavat Oulujärveen omilla ja avustuksena saamallaan varoilla poikasia.

Vuonna 1991 kaikki istutukset yhteen laskien Oulujärveen istutettiin Oulun kalastuspiirin istutusrekisterin mukaan:

| | | |
|---------------|-------------|-------------|
| Planktonsiika | vastakuor. | 460.000 kpl |
| | 1-kesäinen | 925.942 kpl |
| Kuha | 1-kesäinen | 127.050 kpl |
| Hauki | vastakuor. | 400.000 kpl |
| | esikesäinen | 140.845 kpl |
| Järvitaimen | 2-vuotias | 48.851 kpl |
| | 3-vuotias | 9.215 kpl |
| Järvilohi | 2-vuotias | 11.400 kpl |

Istutusten tuloksellisuutta on seurattu saalistilastoinnilla, kirjanpitokalastuksella ja kalakantanäytteillä.

Siika- ja taimenistutukset antavat Oulujärvestä vähintäänkin tyydyttävästi saalista. 1980-luvun lopulla voimistuneiden kuhaistutusten ansiosta kuhasaalis on lisääntymässä.

Hauki-istutusten tuloksellisuus riippuu istutuspaikasta. Oulujärven haukisaalis on pysynyt suhteellisen vakaana.

Järvilohi-istutukset alkoivat 1991 kalastusmatkailun tukemiseen osoitetulla määrärahalla, niiden tuloksellisuus selviää lähivuosina.

Oulujärvestä alaslaskeutuvien kalojen määrää on selvitetty erillistutkimuksella (Hyvärinen 1992). Tulosten mukaan ainoastaan järvitaimenten alasvaelluksella voi olla tietyissä olosuhteissa merkitystä Oulujärven kalastukselle.

Vuonna 1992 alkaneella projektilla selvitetään istutuskantoja, -kokoja, -aikoja ja -paikkoja vertailemalla mahdollisuuksia parantaa istutusten kannattavuutta.

7.7 Virkistyskäyttö ja matkailu

Vesien virkistyskäyttöön sisältyy mm. veneily, uinti, virkistyskalastus ja ulkoilu. Veneilyä ja virkistyskalastusta on jo edellä käsitelty.

Oulujärvellä on rantaviivaa 583 km ja saarten rantoja noin 252 km. Rantaviivasta noin 60 % on hiekkarantaa ja kovaa rantaa.

Suunnittelualueen kuntien loma-asuntotilanne ja ennuste vuosille 1990 ja 2000 on esitetty taulukossa 24. (Kainuun Seutukaavaliitto 1981). Luvut koskevat kuntien koko alaa, ei pelkästään Oulujärveä.

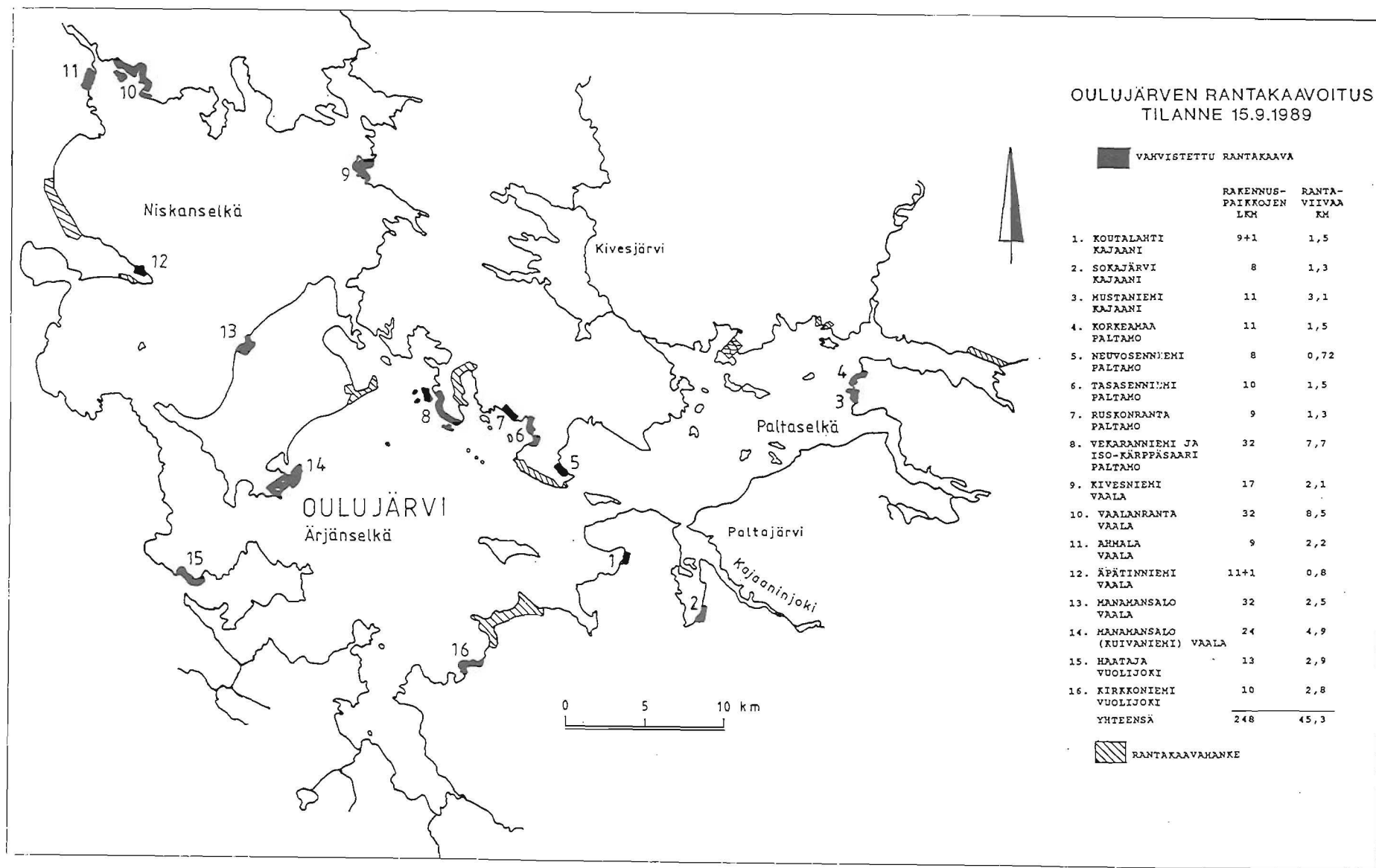
Taulukko 24. Suunnittelualueen kuntien rantaviiva, vesiala ja loma-asuntojen lukumäärä v. 1985 ja ennuste vuosille 1990 ja 2000. (Kainuun Seutukaavaliitto 1981).

| Kunta | Rantaviivaa km | Vesiala ha | Loma-asuntoja, kpl | | |
|-----------|-------------------|---------------|--------------------|------|------|
| | | | 1985 | 1990 | 2000 |
| Kajaani | 220 | 3270 | 880 | 950 | 1100 |
| Paltamo | 486 | 16983 | 710 | 890 | 1240 |
| Vaala | 551 | 47458 | 900 | 1040 | 1320 |
| Vuolijoki | 173 | 14550 | 390 | 460 | 600 |

Oulujärvellä on loma-asutusta varten rantakaavoitettu rantaa noin 45 km, mihin rakennuspaikkoja on kaavoitettu 248 kpl (kuva 39).

Seutukaava II:ssa on loma-asuntoalueita varten varattu rantoja yhteensä 203 km. Seuraavassa on lueteltu Oulujärven loma-asuntoalueet lähinnä vaihekaava III:n pohjalta (luonnos). Numerointi viittaa kuvan 37 numerointiin.

| | | |
|-----------|-----|----------------|
| Kajaani | 102 | Jormua |
| | 105 | Sokajärvi |
| | 106 | Mustaniemi |
| Paltamo | 301 | Mieslahti |
| | 302 | Mieslahti |
| | 303 | Melalahti |
| | 304 | Melalahti |
| | 305 | Varislahti |
| | 306 | Melalahti |
| | 309 | Neuvosenniemi |
| | 310 | Pehkolanlahti |
| | 311 | Kuuskanlahti |
| | 312 | Vekaranniemi |
| Vaala | 807 | Manamansalo |
| | 808 | Oulujärvi |
| | 809 | Manamansalo |
| | 810 | Oulujärvi |
| | 811 | Oulujärvi |
| | 812 | Kankari |
| | 813 | Jaalanganlahti |
| | 814 | Säräisniemi |
| | 815 | Laiskanselkä |
| Vuolijoki | 816 | Laiskanselkä |
| | 818 | Manamansalo |
| | 901 | Oulujärvi |
| | 902 | Käkilahti |
| | 903 | Kirkkoniemi |



Kuva 39. Oulujärven rantakaavoitustilanne 15.9.1989 (Kainuun Seutukaavaliitto).

Viime vuosina on Oulujärven matkailullinen käyttö huomattavasti lisääntynyt ja alueen kunnilla on suurusuuntaisia matkailupalvelutoimintoja kehitteillä. Mm. Paltamon kunnassa on suunnitteilla Oulujärven rantaan Kiehimäjokisuulle matkailukeskus Midnight Sun Center. Siihen tulee hotelli, golfkenttä ja lomaosakkeita. Toinen kehitteillä oleva matkailuhanke Paltamossa on Kainuun Tupa-hanke. Kyseessä on ohjelmapalveluyritys, jonka kiinteä tukipaikka tulee Oulujärven rannalle. Paltamon Kivesvaaraan tulee laskettelukeskus. Oulujärven käyttöön hankkeella ei liene kovin suurta merkitystä, mutta se osaltaan tukee alueen matkailua.

Vaalan kunnan merkittävin matkailualue on Manamansalo, jossa sijaitsee Teeriniemen leirintäalue, Lomakylä Kultahiekat, Jäkäläpirtin retkeilymaja ja Martinlahden palvelukeskus. Kunnassa on lisäksi Ruununtörmän vapaa-aikakeskus, jossa on mm. ravintola, lomaosakkeita jne. Muita matkailupalvelukohteita ovat Oulujärven lomakylä sekä Liminpuron ja Juntusen lomakylät (mökkejä).

Kajaanissa vesistöön kiinteästi liittyviä matkailupalvelualueita ovat Paltaniemen ja Onnelan leirintäalueet. Matkailupalvelualueet on esitetty kuvassa 40.

Seutukaavan mukaisia matkailupalvelukohteita ovat lisäksi:

| | | |
|-----------|-----|--|
| Kajaani | 104 | Toukansaaren matkailupalvelujen keskus |
| Paltamo | 301 | Metelinniemen leirintäalue ja lomakylä |
| Vuolijoki | 901 | Vuottolahden leirintäalue |

Yleisiä uimarantoja suunnittelualueella on 13 kpl:

| | | |
|-----------|-----|---------------------------------------|
| Kajaani | 101 | Paltaniemi |
| Paltamo | 301 | Metelinniemen leirintäalue |
| | 302 | Käärmeniemi |
| | 303 | Pitkälähti |
| Vaala | 804 | Manamansalo, leirintäalue |
| | 805 | Manamansalo, leirintäalue Kultahiekat |
| | 801 | Liminpuron lomakylä |
| | 802 | Säräisniemen leirintäalue |
| | 806 | Poukamonkangas, Oulujoki |
| | | Vaalan Sahanranta |
| | | Jaalanka |
| | | Ruununtörmä |
| | | Martinlahti |
| | | Painuanlahti |
| Vuolijoki | 901 | Rauhanniemi |
| | 902 | Ojanperä |
| | 903 | Vuottolahden leirintäalue |

Oulujärvellä on myös keskeinen merkitys retkeily- ja ulkoilualueille:

Lähivirkistysalueet

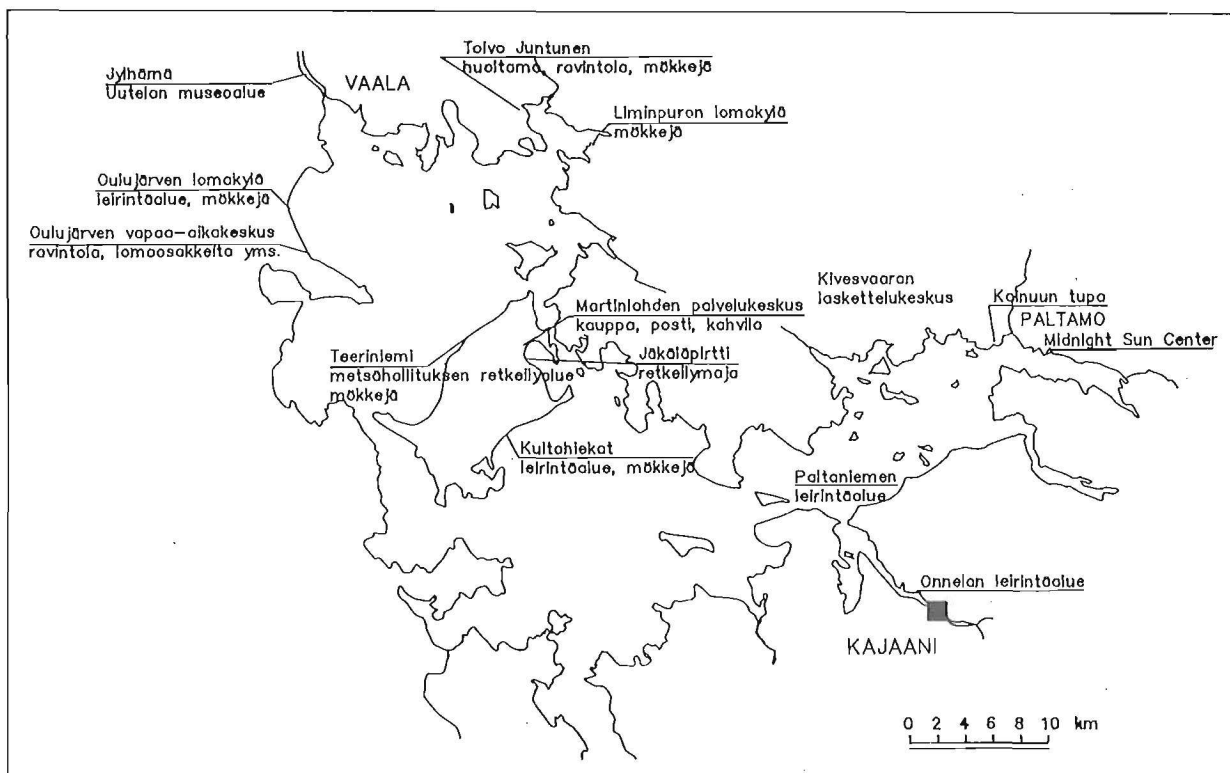
Kajaani 101 Paltaniemi

Paltamo 302 Metelinniemi

Retkeily- ja ulkoilualueet

Vaala 801 Manamansalo

Ongelmia rantojen käytölle suunnittelualueella aiheuttavat jätevedet, hajakuormitus ja säännöstely. Säännöstelyn on todettu aiheuttavan rantakasvillisuudessa mm. järvikortekasvustojen tihenemistä ja kortekasvustojen leviämistä sekä pohjaversoisten kasvien häviämistä (Tolonen 1986). Anttonen-Heikkilän (1983) mukaan pienialaisia primaari-soistumia tapaa Oulujärvellä usein hiekkarannoilla matalan veden aikana syntyneiden rantavallien suojassa ja rannoilla esiintyy runsaina useita tyypillisiä suokasveja ja -sammalia.



Kuva 40. Oulujärven matkailupalvelualueet.

7.8 Suojelukäyttö

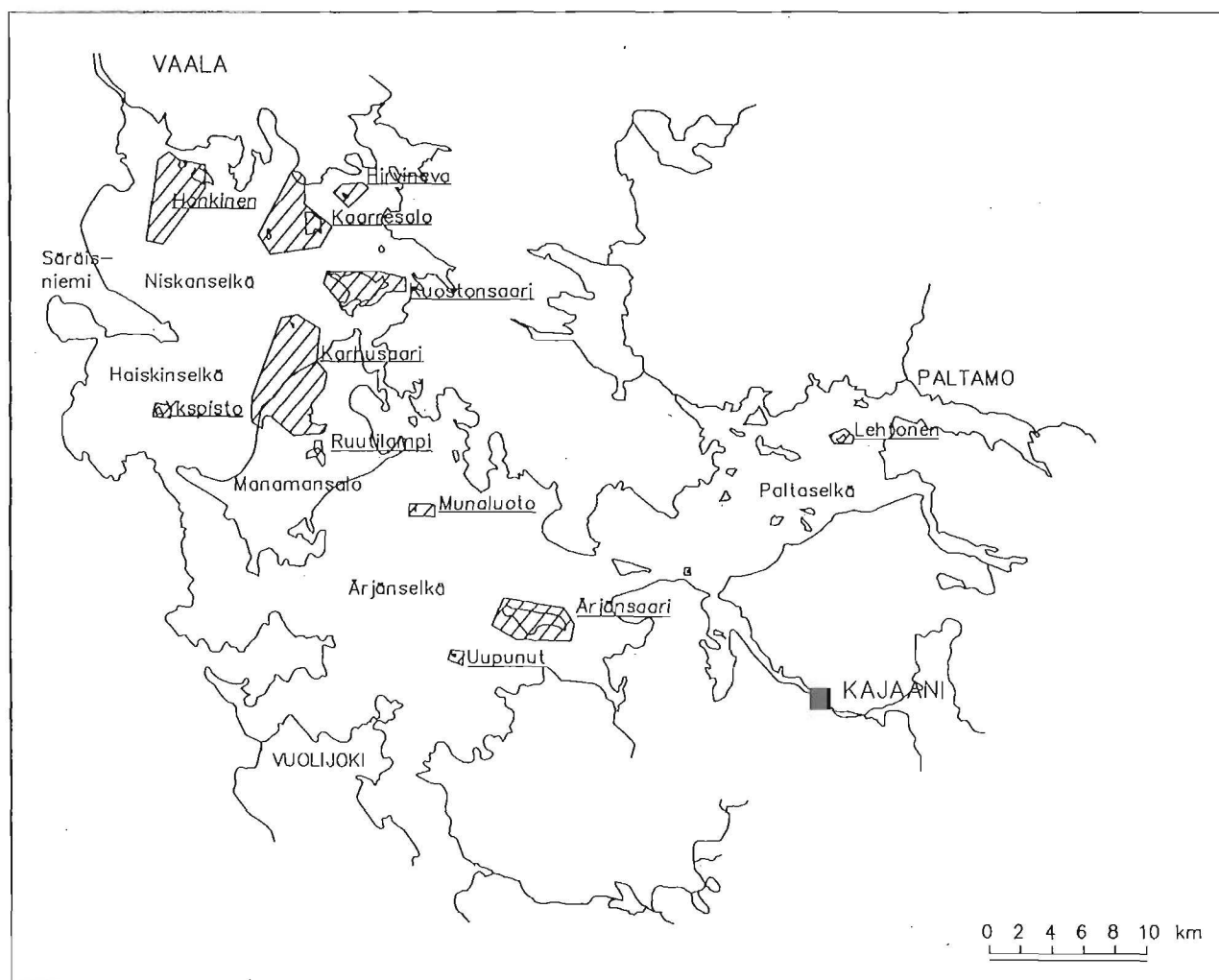
Vesialueisiin liittyviä suojelualueita (seutukaavassa suojelualueeksi varattuja) on kaikkiaan 12 kpl:

| | | |
|---------|-----|---|
| Kajaani | 103 | Tiirikari |
| | 104 | Ärjänsaari |
| | 105 | Uupunut |
| | 106 | Siniluoto |
| | 112 | Paltaniemen vanha hautausmaa (Kirkkoniemi) |

| | | |
|---------|-----|-----------|
| Paltamo | 301 | Lehtonen |
| | 302 | Munaluoto |

| | | |
|-------|-----|----------------------------|
| Vaala | 801 | Jylhänkangas – Jylhänniemi |
| | 803 | Oulujärven saaret |
| | 804 | Apajakari – Hirvikari |
| | 805 | Karhusaari |
| | 806 | Nurmiluoto – Reimikari |

20.12.1990 vahvistetun rantojen suojeluohjelman rajaukset on esitetty kuvassa 41.



Kuva 41. Rantojen suojeluohjelman mukaiset aluerajaukset.

8 VESIENSUOJELULLISET TAVOITTEET

Edellä on käsitelty Oulujärven tilaa, käyttöä ja nykyistä käyttöä haittaavia tekijöitä sekä Oulujärveä koskevia erilaisia suunnitelmia ja kaavailuja. Johdannossa esitettyjen työn yleisten tavoitteiden lisäksi suunnittelussa lähtökohtana pidetään vaihtoehtoisia Oulujärven tila- ja käyttötavoitteita, jotka on muodostettu suunnittelualueen käyttötarpeiden ja vesiensuojeluongelmien perusteella.

Tavoitteiden havainnollistamiseksi ja ryhmittelemiseksi sekä kokonaisuuden hahmottamiseksi työryhmä on laatinut kolme eri vaihtoehtoista Oulujärven tilan ja käytön tulevaisuuden näkymää. Myöhemmin selvitetään toimenpidevaihtoehtoja, joilla tilatavoitteisiin päästään ja valitaan lopuksi suositeltavat toimenpiteet.

Oulujärven tärkeimpiä käyttömuotoja ovat nykyisin säännöstely, kalastus, rantojen käyttö, veneily ja uitto. Myös merkitys jätevesien vastaanottajana on huomattava ja jätevesikuormitus nousee edelleen uuden sellutehtaan mahdollisesti käynnistyessä 1990-luvulla. Talousveden hankintaan ei Oulujärven vettä toistaiseksi käytetä, mutta Oulujoki on tärkeä raakavesilähde.

Kalastusta harjoittavat sekä ammattikalastajat että kotitarve- ja virkistyskalastajat. Rantojen käyttöön kuuluvat kiinteän ja loma-asutuksen vesistöön liittyvä käyttö, matkailukäyttö sekä uinti.

Eri käyttömuotojen Oulujärven tilaan ja sen käyttömahdollisuuksiin kohdistamat odotukset ovat erilaisia. Tavoitteiden asettelun yhteydessä odotukset ovat erilaisia. Tavoitteiden asettelun yhteydessä ei tehty varsinaisia intressitahohaastatteluja, mutta asiasta kuultiin neuvottelukunnassa olevien eri intressitahojen näkemyksiä sekä työryhmän jäsenten paikallisnäkemystä ja vesiasiantuntemusta.

Tässä suunnitelmassa on tavoitteet asetettu käyttötarpeiden vaatimina tilatavoitteina. Vesistöille on olemassa myös muita, yleisiä tavoitteita. Näistä tärkein on vesiensuojelun tavoiteohjelma vuoteen 1995 (Komiteamietintö 1986:42), minkä toteuttamiseksi valtioneuvosto on tehnyt periaatepäätöksen 6.10.1988.

8.1 Vaihtoehtojen kuvaukset

8.1.1 Nykytila

Vaihtoehto on selvä kompromissi eri intressitahojen välillä eli kaikki toiminta, myös vesistöä voimakkaasti muuttava, "sallitaan", kunhan vaikutukset eivät yleisesti ottaen muuta vesistön käyttömahdollisuuksia tyydyttävästä huonommaksi.

Vaihtoehtoon vesiensuojelullinen tavoite on pitää Oulujärven ja Kajaaninjoen kokonaiskuormitus 1980-luvun keskimääräisellä tasolla, huolimatta alueelle suunnitelluista uusista toiminnoista ja teollisuuden volyymin kasvusta. Suunnittelualueen BOD₇- ja kok.P-kuormitus on v. 1980 - 1989 ollut seuraava:

| | BOD ₇ t/d | Kok.P kg/d | Kok.N kg/d |
|------------------------|-------------------------|---------------|---------------|
| Kajaaninjoen kuormitus | 18 | 78 | 660 |
| Kokonaiskuormitus | – | – | – |

Oulujärven tila on nykyisellään seuraava:

- Happitilanne talvella yleisesti ottaen kohtalaisen hyvä, joskin kapea-alaisessa syvänteessä ja Palta – Ärjänselällä esiintyy pohjanläheisissä vesikerroksissa selvää hapenvajausta, jopa hapettomuutta. Kesällä jätevesien happekuluttava vaikutus ilmenee selvästi Paltajärvellä.
- Rehevoitymisestä johtuvia haittoja esiintyy koko järven alueella, joskin yleisesti ottaen rehevyystaso on korkein Paltajärvellä ja Paltaselällä jätevesien myrkkyvaikutusten oleellisesti vähennyttä. Rehevyystasoa tietyssä määrin korreloivan fosforipitoisuuden kattona pidetään Paltajärvellä 25 µg/l, Ärjänselällä 15 µg/l ja Niskanselällä 13 µg/l. Oulujärvellä on erillisiä, lähinnä hajakuormituksen vaamia lahtia, joissa fosforipitoisuudet ja rehevyystaso ovat selvästi korkeampia kuin varsinaisella järvellä, esim. Mieslahti, Jormuanlahti, Sokajärvi, Vuottolahti ja Käkilahti.
- 1980-luvulla säännöstelyn toteutuksessa on vesistön muut käyttömuodot otettu huomioon aiempaa paremmin. Tästä huolimatta säännöstelyn on koettu aiheuttavan mm. seuraavia haittoja: rantojen käyttöhaitta veden "pakenemisen" vuoksi erityisesti alkukesällä (uinti, veneily, laidunnus jne.), rantojen luhtautuminen ja umpeenkasvu, pohjaveden pinnan aleneminen keväällä, maisemahaitta jne. Oulujärven vedenpinnan tavoitekorkeutena pidetään toukokuun loppuun mennessä tasoa 122,30 m ja kesäkuun loppuun mennessä 122,50 m.
- Kalojen makuvirheitä esiintyy Paltajärvellä ja epäedullisissa oloissa myös mahdollisesti Paltaselän länsiosassa. Ammattimainen kalastus on keskittynyt Ärjän- ja Niskanselälle.
- Jätevesien myrkkyvaikutusten oleellisesti vähennyttä nousee Kajaaninjoen pohjalta biotoiminnan johdosta "kuituklönttejä" pinnalle, jotka kulkeutuvat lähialueen rannoille ja kalanpyydyksiin.
- Kajaaninjoella haittaa rantojen käyttöä jätevesien ja säännöstelyn lisäksi puiden vesivarastointi ja uitto.

8.1.2 Vaativan virkistyskäytön ja matkailun edellyttämä tila

Tässä vaihtoehdossa "satsataan" virkistyskäytön (virkistyskalastus) ja matkailun edellytysten luomiseen. Vesiensuojelullisena tavoitteena on parantaa Oulujärven veden laatua, erityisesti ravinnekuormitusta vähentämällä. Vaikka rehevyystason ja fosforipitoisuuden välinen vuorovaikutus ei ole yksinkertaisen selvä, vaan asiaan vaikuttavat monet muutkin tekijät, asetetaan kokonaisfosforipitoisuuden katoksi

Paltajärvellä 20 µg/l, Paltaselällä 15 µg/l, Ärjänselällä 13 µg/l ja Niskanselällä 11 µg/l. Haitta-ainepitoisuudet eivät saa vaikeuttaa virkistyskäyttöä eikä kalastusta, eikä vedenlaatu tai vesistön muu käyttö saa rajoittaa kalojen poikastuotantoa.

Erityistä huomiota kiinnitetään ranta-alueiden ja lahtien (mm. Sokajärvi) veden laatuun ja kunnostukseen sekä yleisten virkistyskäyttömahdollisuuksien parantamiseen.

Rantojen käytön korostuminen ja vesimaiseman suojelun merkitys tulee ottaa huomioon säännöstelykäytännössä, uitto- ja liikenneratkaistuissa sekä rantojen rakentamisessa ja käsittelyssä yleensä. Oulujärven vedenpinnan kesäaikaisena tavoitekorkeutena pidetään tasoa 122,70 m.

8.1.3 Lähes luonnontila

Tässä vaihtoehdossa pyritään eliminoimaan ja korjaamaan kaikki muuttavan toiminnan vaikutukset (vesistö, rannat). Tällöin vesialueen tilaa voidaan luonnehtia seuraavasti:

- Jätevesien vaikutusta ja olemassaoloa ei voida havaita missään tilanteessa. Esim. fosforipitoisuudet ovat luontaista tasoa, joiksi voidaan arvioida Paltajärvellä – Paltaselällä 10 – 12 µg/l ja Ärjän- ja Niskanselällä 8 – 10 µg/l.
- Säännöstely hoidetaan mahdollisimman luonnonmukaisesti luonnontilaisia vedenkorkeuksia seuraten kuitenkin ylärajoja ylittämättä.

9 TOIMENPIDEMAHDOLLISUUDET

9.1 Kuormituksen vähentämismahdollisuudet

9.1.1 Teollisuus

Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n Kajaanin tehtaiden ravinnekuormitusta voidaan vähentää tehostamalla puhdistusta nykyisellä aktiivilietelaitoksella tai rakentamalla erillinen anaerobinen yksikkö ennen aktiivilietelaitosta tai jälkipuhdistusyksikkö eli ns. tertiärinen puhdistus.

Fosforin poistuminen biologisessa prosessissa on yleensä melko pientä. Poistumista voidaan tehostaa kemikaalien käytöllä. Yleensä saostamiseen käytetään kalkkia sekä raudan ja alumiinin suoloja. Saostusprosessi voi tapahtua etusaostuksena, rinnakkais-saostuksena tai jälkisaostuksena.

Rinnakkaissaostuksessa biologinen toiminta tapahtuu yhdessä kemiallisen saostumisen kanssa, joten häiriöt biologisessa puhdistuksessa vaikuttavat heti myös kemiallisen saostuksen onnistumiseen. Fosforin poistoa biologisessa prosessissa voidaan tehostaa ainakin teoriassa tehostamalla ilmastusta ja järjestämällä tiettyjä hapettomuusvaiheita.

Fosforin poisto ilmiönä on niin monimutkainen, ettei kaikkea teoreettista tietämystä voida suoraan soveltaa käytäntöön, vaan uusien menetelmien käyttöönotto vaatii myös yksittäisen tehtaan tasolla pitkäaikaisia kokeiluja ja harjoittelua käytännön tasolla.

Puhdistetun jäteveden käsittely erillisessä jälkikäsittely-yksikössä voi tapahtua esim. suodattamalla, mikrosiivilöinnillä, erillisen kemiallisen selkeytyksen tai flotaation avulla.

Suodatuksella poistetaan kiintoainetta puhdistetusta jätevedestä, jolloin jäteveden BOD₇-kuormitus edelleen vähenee. Merkittävä fosforin poisto voidaan saavuttaa käyttämällä jäteveden kontaktisuodatusta. Menetelmässä suodatettavaan jäteveteen lisätään saostuskemikaaleja. Fosforin saostuminen ja erottuminen tapahtuu suodatinpatjassa. Suodatus tapahtuu raemaisen väliaineen avulla. Mahdollisia suodattimia suurille laitoksille ovat gravitaatiosuodatin (hiekkasuodatin), kennosuodatin ja mikrosuodatin.

Mikrosiivilä on pyörivä vaaka-asentoinen rumpu, jonka kehälle suodattava materiaali on asennettu. Puhdistettu jätevesi johdetaan pyörivään rumpuun ja rummista vesi poistuu säteittäisesti ja siivilöityy suodatinverkon läpi virratessaan. Mikrosiivilöinnin tehokkuus riippuu ensisijaisesti suodattavasta verkosta.

Flotaatiossa kiintoainepartikkelit erotetaan nestefaasista kaasukuplien avulla. Kaasukupla ja siihen tarttuneet kiintoainehiukkaset nousevat nestefaasin pinnalle, josta syntyvä vaahto poistetaan. Flotaatio vaatii toimiakseen kemikaloinnin.

Kaikki edellä esitetyt tekniset kuormituksen vähentämismahdollisuudet ovat käytännön tasolla melko uusia, eikä käytännön ratkaisuista ole pitkäaikaisia kokemuksia. Prosessivesien vähentäminen liittyy usein oleellisesti puhdistuksen tehostamistoimenpiteisiin.

Kemikaalien käytön lisäämiseen liittyy myös ympäristöllisiä riskitekijöitä. Ruotsissa tehdyssä 46:n jätevedenpuhdistamon alapuolista vesistöä koskevassa selvityksessä todettiin kalkki vähiten haitalliseksi kemikaaliksi. Alumiinisulfaattia käyttävien puhdistamojen alapuolisissa vesistöissä todettiin selviä haittavaikutuksia. Myös kolmiarvoisten rautasuolojen käyttö vaikutti pohjaeläimistöön, mutta ei yhtä haitallisesti kuin alumiini (Engblom ja Lingdell 1985).

Pohjan Sellun rakentamisesta ei ole tehty päätöstä, mutta kokonaan uutta tehdasta rakennettaessa voidaan prosessin ja jäteveden käsittelyn osalta käyttää parasta tunnettua sulfaattitehtaitten tekniikkaa. Tehtaan suunniteltuja vesiensuojelutoimenpiteitä on esitetty kohdassa 4.1.2. Edellä mainituilla teknisillä ratkaisuilla on tuotannon lisääntymisestä huolimatta mahdollista päästä Yhtyneiden Paperitehtaiden osalta BOD₇-kuormituksessa alle 1 t/d, ja fosforin osalta alle 10 kg/d kuormitusarvoihin. Mahdollisen Pohjan Sellun osalta kuormitusarvot olisivat biologisen puhdistuksen jälkeen BOD₇ alle 5 t/d, fosfori alle 60 kg/d ja orgaaniset klooriyhdisteet alle 1,8 t/d. Tertiäriselle puhdistukselle voidaan sellutehtaalle asettaa tavoite 15 – 20 kg P/d.

Paperitehtaiden ja sellutehtaan yhteiskuormitus on mahdollista saada alle 40 kg P/d, mikä kuitenkin edellyttää huomattavan suurien investointeja ja käyttökustannuksia.

9.1.2 Taajamat

Suunnittelualueella on seitsemän taajamaksi katsottavaa yhteisviemäroityä aluetta: Kajaanin kaupunki, Salmijärvi, Paltamon kk, Kontiomäki, Vuolijoen kk, Otanmäki sekä Säräisniemi. Pienempiä taajamaluonteisia alueita ovat Paltaniemi, Mieslahti, Vuorokas, Vuottolahti ja Mainua. Yhteisen viemäriverkon ulkopuolella olevia huomattavimpia matkailu- ja lomakohteita ovat Paltaniemen lentoasema, Joutenlammen leirikeskus, Syvälammen kurssikeskus, Ärjänsaari, Kivesvaaran laskettelukeskus, Manamansalon leirintäalue ja Liminpuron lomamökit.

Vesiensuojelun tavoiteohjelmassa vuoteen 1995 (ympäristöministeriö 1988) edellytetään yhteiskuntien viemäroityjen jätevesien käsittelyssä 90 %:n tehoa fosforin ja orgaanisten aineiden suhteen ja 95 %:n tehoa, kun vastaanottavan vesistön käyttö- ja suojeluarvo on erityisen merkittävä.

Jätevesikuormitusta voidaan vähentää alueellisia viemärijärjestelmiä kehittämällä. Keskittämällä jätevesien käsittely isoihin puhdistamoihin on jätevesien käsittely tehokkaampaa ja taloudellisempaa kuin pienissä yksiköissä. Myös jätevesien purkupaikat vähenevät.

Vuotovedet ja hulevedet ovat merkittäviä ohijuoksutusten aiheuttajia ja puhdistustuloksen huonontajia. Uudet viemärit ja peruskorjattavat yhteisviemärit kannattaa toteuttaa erillisviemärointinä. Viemäreitä korjaamalla on jo saatu hyviä tuloksia, mutta sitä on edelleen lisättävä.

Viemäriverkkoon johdettavat teollisuus- ym. poikkeavat jätevedet on esikäsitteltävä riittävästi. Varsinkin äkilliset laadun tai määrän muutokset ovat haitallisia ja voivat häiritä puhdistusprosessia pitkänkin aikaa.

Myös sadevesiviemäreistä aiheutuu kuormitusta vesistöihin. Haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää järjestämällä niille esim. erillinen käsittely, varastointi tai imeyttäminen maaperään. Sadevesiviemäreiden vesi on likaista sateen tai sulamiskauden alussa, joten huomio tulee kiinnittää näiden ensimmäisten vesien käsittelyyn.

Kajaanin kaupungin Peuraniemen puhdistamo on kemiallinen suorasaostuslaitos, joka on mitoitettu vuoden 1990 tasolle asukasvastineluvun ollessa 36.000. Viime vuosina verkostoa on saneerattu ja jätevesimäärät ovat ratkaisevasti pienentyneet, joten laitoksen hydraulinen kapasiteetti ei lähiaikoina ilmeisesti muodostu ongelmalliseksi.

Vesimäärän pienentyessä myös kuormitus on pienentynyt. BOD_5 :n jäännöspitoisuus on noin 40 mg/l ja kok.P:n 0,5 mg/l, joten laitos on toiminut hyvin. Fosforireduktio on ollut 93 - 95 % ja BOD_5 -reduktio 75 - 78%.

Peuraniemen puhdistamon kuormitusta on mahdollista pienentää edelleen laajentamalla laitos jälkisaostuslaitokseksi. Tällöin on mahdollista päästä BOD_5 :n osalta jäännöspitoisuuksiin alle 15 mg/l ja kok.P:n osalta alle 0,3 mg/l. Lisäksi biologinen puhdistus vähentää tuntuvasti haitta-aineita. Ilmastusosan mitoituksella voidaan vaikuttaa ammoniumtypen poistoon.

Salmijärven puhdistamo on v. 1990 alussa saneerattu asentamalla sinne ns. biomatot. Saman vuoden loppupuolelta lähtien sinne on johdettu myös Kuluntalahden jätevedet. Puhdistamo on toiminut hyvin, mutta jälkilammikosta vapautuu ravinteita talvisin.

Tulosta voidaan parantaa rakentamalla lammikon ohitusmahdollisuus. Jätevesien pumpppaamista Peuraniemen puhdistamolle harkitaan.

Paltamoon rakennetaan vuoden 1994 loppuun mennessä uusi biologiskemiallinen jätevedenpuhdistamo. Puhdistamolle on tarkoitus johtaa myös Kivesvaaran matkailukeskuksen ja Mieslahden jätevedet. Sinne on tarkoitus järjestää myös jätevesilietteiden käsittely.

Kontiomäen puhdistamoa ei tarvitse lähiaikoina laajentaa. Puhdistamon lietteet lisäävät kuitenkin nykyisin Paltamon kaatopaikan lieteongelmaa. Lietteiden käsittely voidaan hoitaa esim. turvepohjaisilla lietelavoilla.

Säräisniemen jätevesien puhdistamo toimii huonosti. Jätevedet onkin jo päätetty pumpata Vaalan kirkonkylän puhdistamolle.

Vuolijoella on jälkisaostuslaitos, joten siellä on mahdollista laitoksen hyvällä hoidolla päästä 90 – 95 % poistotehoihin fosforin ja BOD₇:n osalta.

Otanmäen jätevesialtaan puhdistusteho pysynee hyvänä, vaikka altaassa tapahtui ensimmäisen kerran kalakuolema v. 1991 talvella. Tarvittaessa jätevesille voidaan järjestää kemiallinen saostus ennen altaaseen johtamista. Jätevesien lasku-uoman ja altaan roskaantuminen voidaan estää rakentamalla uusi siivilöinti.

9.1.3 Haja-asutus

Haja-asutus käsittää yleisten viemäriverkkojen ulkopuolisen kiinteän ja loma-asutuksen. Suunnittelualueen kiinteästä asutuksesta suurin osa on Kajaanin ympäristössä ja Oulujärven sekä sen sivujokien ja järvien rannalla. Loma-asutus on sijoittunut vielä suuremmassa määrin rantojen tuntumaan.

Haja-asutus aiheuttaa osan vesistön hajakuormituksesta. Haja-asutuksen vesihuollollisen varustetason nousu (vesijohto, vesikäymälä jne.) on ollut omiaan lisäämään veden käyttö määrää ja sen myötä haja-asutuksen vesistökuormitusta. Varustetason nousu koskee niin kiinteää kuin loma-asutustakin.

Jätevesien käsittelyn perusmenetelmä on usein vieläkin 2- tai 3-osainen saostuskaivo, mistä jätevedet johdetaan avo-ojaan tai vesistöön tai käytetään ns. alkeellista maaperäkäsittelyä. Jäteveden alkeellinen maaperäkäsittely tarkoittaa jäteveden johtamista imeytyskuoppaan ("kivipesä").

Jotta haja-asutuksen jätevedet eivät johtaisi vesistöjen pilaantumiseen tai rehevöitymiseen, on jätevedet pyrittävä puhdistamaan riittävän tehokkaasti. Ensisijaisena kuormituksen vähentämistoimenpiteenä on viemäriverkkojen laajentaminen niin, että kaikki taajaan asutut alueet voidaan liittää yleisen viemärin piiriin. Tätä pyrkimystä voidaan tukea maankäytön suunnittelulla sekä vesihuollon kehittämisellä.

Haja-asutusalueilla, joita ei aiota liittää yleisen viemärin piiriin, tulee jätevesien käsittely ja johtaminen järjestää niin, että jätevesien pääsy suoraan vesistöön estetään. Tämä merkitsee nykyisten käsittelymenetelmien parantamista mm. johtamalla WC-vesiä yhä enemmän umpikaivoon varsinkin vesistöjen läheisyydessä. Vaihtoehtona voidaan pitää asianmukaista maasuodatinta.

Kauempana vesistöistä on maaperä usein karkeampaa kuin vesistöjen rannoilla, jolloin jätevesien käsittelyn perusratkaisuna voidaan pitää maaperäkäsittelyä eli imeytysojastoa tai -kenttää. Pohjaveden pilaantumisvaara on kuitenkin otettava aina huomioon.

Pienpuhdistamoita ei voida suositella perusratkaisuksi niiden vaatiman runsaan hoitotarpeen vuoksi, mutta esim. yhteishankkeissa ne voivat olla varteenotettavia ratkaisuvaihtoehtoja.

Jätevesien käsittelyyn soveltuvat ratkaisut voivat vaihdella tapauskohtaisesti ja alueittain. Uudisrakentamisessa on jätevesien käsittely helposti toteutettavissa ohjeiden mukaisesti, mutta myös vanhojen vesijohdolla ja viemärillä varustettujen rakennusten osalta tulee pyrkiä samaan käsittelytasoon. Myös yleisen vedenjakelun piirissä olevalta loma-asutukselta voidaan edellyttää samaa jätevedenkäsittelytehoa kuin kiinteältä asutukselta. Loma-asutuksessa tulee suosia kuitenkin kuiva- tai kompostikäymälää sekä pesuvesien maahanimeytystä.

Vesi- ja ympäristöhallituksessa on laadittu yleisohjeet maaperäkäsittelymenetelmien suunnittelusta ja toteuttamisesta (Santala 1990). Lisätietoja kerätään jatkuvasti useista tarkassa seurannassa olevista koerakentamiskohteista.

Haja-asutuksen päästöjen tuntuva vähentäminen pienentää myös vesistöjen typpipitoisuuksia.

9.1.4 Kalankasvatus

Suunnittelualueella on merkittävää kalanviljelytoimintaa Kongasjoen vesistössä. Ainoastaan Varisjoen varrella sijaitsevan Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (valtion) Kainuun kalanviljelylaitoksen vaikutus ulottuu Oulujärveen.

Kalanviljely tarvitsee maamme olosuhteissa toimiakseen runsaasti hyvälaatuista vettä, mihin vesiluonnollamme on hyvät edellytykset. Laitosten poistovedet ovat useimpiin muihin tuotantoaloihin verraten erittäin laimeita ja vesien käsittelymahdollisuudet rajautuvat viljelyssä muodostuvan kiintoaineen talteenottoon. Kiintoaineessa lasketaan kuitenkin olevan, mikäli se saadaan talteen tuoreena, noin puolet merkittävimmästä kalanviljelylaitosten kuormitustekijästä, fosforista.

Kalanviljelyn kuormituksen määrää suhteessa tuotantoon käytettävän rehun määrä ja sen fosforipitoisuus. Viime vuosikymmenellä kaupallisten kalanrehujen fosforipitoisuutta on voitu alentaa merkittävästi jopa niin, että nykyinen pitoisuus on erittäin lähellä sitä tasoa, mikä kalojen ravitsemusvaatimusten vuoksi on alhaisin mahdollinen. Rehujen kehittymisen ja parantuneen viljelytekniikan ansiosta kalanviljelyn ominaiskuormitus (esim. fosforikuormitus tuotettua kalakiloa kohti) on 1980-luvulla vähentynyt merkittävästi.

Maalle perustetuissa läpivirtauslaitoksissa lietteen erottelu on teknisesti mahdollista. Esimerkiksi suunnittelualueella olevassa Kainuun kalanviljelylaitoksessa koko laitoksen toiminnassa syntyvä kiintoaine erotellaan tuoreena. Tämä on mahdollista allasratkaisujen ja oikein mitoitetun läpivirtaaman ansiosta. Maapohjaisilla altailla varustetussa laitoksessa pohjalle laskeutuvasta lietteestä, joka voidaan käytännössä poistaa vain ajoittain, merkittävä osa lietteeseen sitoutuneesta fosforista liukenee.

Verkkoallasviljelyssä kiintoaineen tehokkaita keräysjärjestelmiä ei ole toistaiseksi käytössä, joskin kehitteillä. Verkkoallasviljelyssä kuormituksen vaikutusten vähentämisessä merkittävintä onkin rehustusratkaisu ja sijainninohjaus (Esim. Ruohonen ja Vielma 1992).

9.1.5 Maatalous

Suunnittelualueella maatalous on sijoittunut pääasiassa Oulujärven ranta-alueille. Peltoa on kuitenkin Suomen maatalousvaltaisiin alueisiin verrattuna suhteellisen vähän.

Maataloudessa peltoviljelyn vaikutus vesistöjen kuormittajana perustuu pääasiassa maa-aineksen ja ravinteiden huuhtoutumiseen vesistöihin. Kotieläintalouden vesistöä kuormittavat pääasialliset tekijät ovat lanta, virtsa ja puristeneste. Suunnittelualueen maatalous on karjatalousvaltaista.

Peltoviljelyssä huuhtoutuu fosforia lähinnä maa-aineksen mukana. Fosforin huuhtoutumista voidaan tehokkaimmin rajoittaa estämällä eroosio ja tarpeettomasta lannoittamisesta johtuva fosforin kertyminen muokkauskerrokseen. Runsas pitkäaikainen fosforin käyttö johtaa fosforin rikastumiseen maassa, jolloin myös huuhtoutuminen voi lisääntyä. Yksipuolisessa viljanviljelyssä olevilta kaltevilta rantapelloilta kulkeutuu suuria määriä fosforia vesistöön. Kasvipeite on tehokkain eroosion estäjä. Eroosiota voidaan vähentää myös suojakaistoilla. Ojien uomaeroosiota voidaan pienentää suunnittelemalla viettosuhteet ja luiskien kaltevuudet asianmukaisesti. Erilaiset kynnykset tai ojissa olevat altaat kokoavat myös tehokkaasti maa-ainesta.

Huuhtoutuminen on vähäisintä rehevästä ja ravinteita tehokkaasti käyttävästä kasvustosta. Hyvä pellon kasvukunto, maan rakenne ja tarkoituksenmukainen kuivatus vähentävät huuhtoumia ja ravinnehäviötä.

Nurmikasvit kasvavat ja ottavat ravinteita suuremman osan vuodesta kuin vilja. Toisaalta nurmien lannoitus on runsaampaa ja tehdään perustamislannoituksen jälkeen yleensä pintalannoituksena. Sateiden ja kevättulvien aiheuttamat lannoitteiden huuhtoutumisriskit onkin otettava huomioon nurmien pintalannoituksessa. Nurmien fosforilannoitusta voidaan painottaa nurmen perustamisvaiheessa ja kasvukauden alkuun.

Avokesantona olevasta maasta huuhtoutuu ravinteita ja varsinkin typeä moninkertainen määrä viljeltyyn peltoon verrattuna. Pellon kasvukunnon ja vesiensuojelun kannalta voidaan suositella monivuotista suojaviljaan perustettua viherkesantoa.

Karjatalouden suorat päästöt on mahdollista estää rakentamalla riittävän tilavat ja vesitiiviit lantalat, lietelantalat ja virtsasäiliöt sekä järjestämällä puristenesteen talteenotto. Uudet lantalat tulee mitoittaa 12 kk:n varastointiajan mukaan kuitenkin laidunkaudella vähennettynä. Tällaisen mitoituksen on vesiviranomainen asettanut yleiseksi tavoitteeksi koko maassa. Myös olemassa olevat vanhat lantalat tulee pyrkiä korjaamaan 12 kk:n varastointiaikaa vastaavalle tasolle, mikäli karjatalouden harjoittamista jatketaan. Valtioneuvoston periaatepäätöksen (Ympäristöministeriö 1988) mukaisesti vesien-suojelun tavoitteena on, että varastointitilat ovat asianmukaisessa kunnossa vuoteen 1995 mennessä.

Varastointitilojen 12 kk:n mitoituksella halutaan taata se, että lantaa ei poikkeuksellissakaan sääoloissa tarvitse levittää jäätynneeseen maahan. Kun pääosa lannasta voidaan levittää keväällä kasvukauden alussa, saadaan ravinteet parhaiten kasvien käyttöön. Lannan hyväksikäyttöä tehostamalla lanta riittää suuremmalle vuotuiselle levitysalueelle ja vähentää lisälannoitustarvetta. Erityisen suositeltavaa on lietelannan ja virtsan sijoituslevitys. Paras lannoitusvaikutus on keväällä kylvön yhteydessä annetulla lannalla. Syksyllä levitetystä lannasta ravinnehukka on suurempi kuin keväällä levitetystä. Kun lantaa tai lietettä kuitenkin varastojen pienuuden, työtekniisten seikkojen, sääolojen tai muiden syiden takia joudutaan levittämään syksyllä, tulee se tehdä kynnön alle.

Säilörehun puristusneste voidaan johtaa torneista, laakasiiloista ja aumoista joko virtsäiliöön, lietelantalaan tai sitä varten rakennettuun säiliöön ja levittää sen jälkeen peltoon. Säilörehuaumat sijoitetaan etäälle vesistöistä, ojista ja kaivoista mahdollisimman tasaiselle ja vettä läpäisemättömälle maalle. Aumoista kertyvän puristusnesteen talteenotto on mahdollista järjestää esim. Valion kehittämällä yksinkertaisella menetelmällä. Siinä pohjamuovin päälle kertyvä neste ohjataan auman yhdelle sivulle ja kerätään säilöön. Toisessa kehitteillä olevassa menetelmässä pohjamuoviin liittyy saumattomasti pussi puristusnesteen talteenottoa varten. Pussista neste voidaan imeä suoraan levitysvaunuun.

Maatalouden vesiin kohdistamaa kuormitusta ja sen vähentämistä on tutkittu MAVERO-projektissa, johon osallistuivat maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, Kemira Oy, Maataloustuottajain Keskusliitto, Maatalouden tutkimuskeskus ja Salaojakeskus. Projektissa tuotettiin käytäntöön soveltuvia toimenpiteitä. MAVERO-projektin tuloksena saatavia tietoja soveltamalla voidaan vesistöön kohdistuvaa kuormitusta vähentää.

9.1.6 Turvetuotanto

Turvetuotanto on suunnittelualueella verrattain vähäistä (noin 1150 ha). Vesi- ja ympäristöpiirissä tehdyn selvityksen mukaan tuotantokelpoista suota alueella on reservissä lisäksi noin 1000 ha. Turvetuotannon vaikutukset ovat lähinnä paikallisia.

Tekniset mahdollisuudet turvetuotannon kuormituksen rajoittamiseksi ovat vielä rajoitetut. Suurimpana vaikeutena menetelmien kehittämisessä on soiden valumien voimakas vaihtelu.

Tuotantoalueen perusvaatimuksina voidaan pitää sarkaojien lietteen pidättimillä varustettuja päisteputkia ja lietesyvennyksiä. Ojien oikeat kaltevuudet ovat myös oleellinen osa vesiensuojeluratkaisuja. Kuntoonpanovaiheessa ja tarvittaessa pysyvästikin voidaan syöpynyt maa pidättää laskeutusaltailla.

"Perinteinen keino" valumavesien käsittelyssä on niiden johtaminen selkeytysaltaiden kautta laskuojiin ja edelleen vesistöön. Menetelmä toimii lähinnä kiintoaineen pidättäjänä. Altaan pohjalle kertyy lietettä, joka aika ajoin poistetaan. Virtaamavaihteluiden lisäksi menetelmän tehoa häiritsee lietteen alhainen tilavuuspaino sekä lietteen biologinen aktiivisuus, joka pyrkii selkeytysaltaassa kasvamaan. Laskeutusaltaiden kiintoaineen pidätyskyky on 30 – 40 %.

Pintavalutuskenttä on nykyisin toiseksi yleisin menetelmä turvesoiden valumavesien käsittelyssä. Siinä käytetään hyväksi maaperän ja kasvillisuuden kykyä pidättää kiintoainetta ja ravinteita. Sen tehokkuutta pidetään pelkkiä selkeytysaltaita parempana. Kentän perustaminen ei kuitenkaan kaikkialle ole mahdollista mm. riittävien ja ominaisuuksiltaan sopivien alueiden puuttuessa. Kentälle asetetaan useita vaatimuksia, mm.:

- pinta-ala 2-4 % valuma-alueesta
- veden jako alueelle tasainen (oikovirtauksia ei saa olla)
- 1 m:n turvekerros kentän pinnassa

Kun kiintoainetta vähennetään ennen valutuskenttää laskeutusaltaalla on pintavalutuksella saavutettu kokonaisravinteiden osalta 40 - 70 %:n poistuma. COD-kuormitus on vähentynyt parhaimmillaan 20 - 30 %.

Muista parhaillaan tutkimuksen alla olevista teknisistä menetelmistä mainittakoon suodatus ja kemikalointi. Niiden laajaa käyttöönottoa rajoittaa menetelmien kalleus.

9.1.7 Metsätalous

Pääosa suunnittelualueen maa-alasta on metsätalousmaata, joten metsätalouden merkitys vesien kuormittajana on huomattava.

Metsätalouden kuormituksen vähentämisessä on asiantuntevalla ojitusten, hakkuiden, muokkausten ja lannoitusten suunnittelulla ja toteutuksella ratkaiseva merkitys. Keskusmetsälautakunta Tapio, metsähallitus ja Yhtyneet Paperitehtaat Oy ovat antaneet varsin hyvät metsätalouden vesiensuojeluohjeet.

Ravinteiden ja kiintoaineiden huuhtoutumista vesiin avohakkuu- ja maanmuokkaus-alueilta voidaan vähentää jättämällä suojavyöhykkeitä sekä toteuttamalla maanmuokkaus vesiensuojelunäkökohtien mukaisesti. Maankäsittelyn tarve ja työmenetelmät harkitaan tapauskohtaisesti. Maanmuokkauksessa pyritään mahdollisimman kevyisiin menetelmiin.

Vesistön sekä auraus- ja mätästysalueiden väliin tulee jättää suojavyöhyke. Rinnemailla auraus ja ojitusmätästys tulee mahdollisuuksien mukaan suorittaa korkeuskäyrien suuntaisesti. Myös eroosioherkillä mailla vaotuksen suuntaamisella ja välivyöhykkeiden käytöllä voidaan merkittävästi vähentää syöpymis- ja eroosioriskiä.

Rinnemailla laajoja avohakkuuta tulisi vesiensuojelusyistä välttää. Jyrkillä rinneilla myös koneellinen maankäsittely minimoidaan.

Ojituksessa kaivukatkot ja ojien päättäminen selvästi ennen vesistöä vähentävät tehokkaasti kuormitusta. Ojastojen mahdollisesti kuljettama kuormitus saadaan näillä keinoin pysäyttämään pääosin maa-alueelle.

Lannoitteiden huuhtoutumista metsäojiiin ja vesistöihin voidaan vähentää huolellisen ennakkosuunnittelun sekä työn harkitun ajoittamisen ja tarkoituksenmukaisen levitysmenetelmän valinnan keinoin.

9.1.8 Kaatopaikat

Suunnittelualueella on 5 toimivaa ja 7 käytöstä poistettua merkittävää kaatopaikkaa. Suurin on Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n Parkinmäen (Olliskannevan) teollisuuskaatopaikka. Nykyisten kaatopaikkojen kapasiteetti riittää 2000-luvun puolelle saakka.

Kaatopaikoilla aiheuttaa vesiensuojeluongelmia lähinnä jätevesilietteiden tuonti. Muita ympäristöongelmia ovat linnut ja rotat sekä tuulen kuljettamat roskat.

Lietteitä tulisi tuoda kaatopaikalle mahdollisimman vähän. Saostus- ja umpikaivojen liete voidaan ottaa jätevesien puhdistukseen joko viemäriverkon kautta tai järjestämällä puhdistamolle niiden vastaanotto.

Pienille puhdistamoille on vaikea järjestää lietteiden vastaanottoa, sillä runsas lietemäärä häiritsee puhdistusprosessia. Pienillä jätevedenpuhdistamoilla ei ole yleensä myöskään puhdistamolietteen kuivausta. Lietteet voidaan ottaa kaatopaikalle kun rakennetaan lietteen käsittelyyn sopivat tilat. Liette voidaan kuivata lietealtaissa tai lietelavoilla, minkä jälkeen kuivattu liete voidaan sijoittaa kaatopaikalle tai kompostoida se hyötykäyttöä varten. Lietteiden käsittely kaatopaikoilla vaatii runsaasti tilaa ja huolellista työtä.

Teollisuusjätteistä aiheutuvat haitat voidaan estää ottamalla yleiselle kaatopaikalle vain jätteitä, joiden koostumus tunnetaan.

Kun kaatopaikka perustetaan ja hoidetaan oikein ja lietteiden käsittelystä huolehditaan asianmukaisesti, pysyy vesien kuormitus pienenä. Kaatopaikkajätevesien puhdistustarve on ratkaistava tapauskohtaisesti. Paras ratkaisu olisi, jos jätevedet voitaisiin johtaa yhdyskunta- tai teollisuusjätevedenpuhdistamolle, mutta tällöin kaatopaikkavesien määrä tulee olla alle 10 % puhdistamon jätevesimäärästä. Kaatopaikkajätevesien puhdistus on suhteellisesti kalliimpaa kuin yhdyskuntajätevesien puhdistus.

9.2. Veden laadun parantaminen muuttamalla virtaamia

Kuten aiemmin on todettu, vaikuttavat Kajaaninjoen virtaamat voimakkaasti itse joen ja Paltajärven tilanteeseen. Jätevesien vaikutuksia purkualueella ja sen välittömässä läheisyydessä voidaan lieventää ottamalla huomioon juoksutuskäytännössä mahdollisimman hyvin kuormitustilanne ja vedenlaatu. Erityisesti kesäaikana juoksutusta voitaisiin pyrkiä mahdollisimman paljon sitomaan Paltajärven happitilanteeseen.

Säännöstelyn aiheuttama kevättalvinen vedenpinnan lasku vähentää vesitilavuutta ja siten lisää vaaraa, että jätevedet kuluttavat vesistöstä hapen loppuun. Toisaalta kuitenkin vastaavan ajankohdan luonnontilaista runsaammat juoksutukset parantavat Kajaaninjoen, Paltajärven ja Paltaselän vastaanottokykyä. Kesäaikaan mahdollisesti sattuva alhainen vedenkorkeus korostaa jätevesien haittavaikutusta.

Koko Oulujoen vesistöalueella on tehty laajoja säännöstelykäytäntöön liittyviä selvityksiä. Selvitettäviä asioita ovat olleet mm. hydrologiset ja energiataloudelliset vaikutukset, tulvien syntyminen ja rantojen vettyminen, virkistyskäyttö ja rantojen käytettävyys, rantavyöhykkeen kunnostuksen ja hoidon kehittäminen, kalataloudelliset vaikutukset, vedenlaatuvaikutukset ja sosiaaliset vaikutukset. Työstä on valmistunut raportti vuoden 1993 alkupuoliskolla.

9.3 Kalastuksen vaikutus vesistön tuotantotasoon

Oulujärvellä kalastus keskittyy ns. arvokalalajien pyyntiin järven vähäravinteisimmilla selkävesillä. Suojaiset, matalat lahdet ja matalikot ovat kuitenkin kalaston kannalta tuottoisia alueita, varsinkin kun kasvillisuus on säännöstelyn vaikutuksesta levittäytynyt ulapalle päin keskiveden laskemisen seurauksena. Vesistön rehevöityminen yhdessä suotuisien lisääntymisolosuhteiden kanssa on lisännyt erityisesti särkikalojen määrää. Särkikalat hakiessaan ravintoa sekoittavat pohjasedimenttiä, mistä johtuen ravinteita joutuu veteen. Ravinteita joutuu veteen myös kalojen ulosteista.

Yhtenä vesistön tilan parantamiskeinona on käytetty särkikalakantoihin kohdistuvaa tehokalastusta, millä vedestä saadaan poistettua perustuotantoa ylläpitävää fosforia. Kalanliha sisältää fosforia n. 0,4 %. Hyvin ajoitetulla tehopyynnillä suljetuilla tai suojaisilla vesialueilla on mahdollista poistaa jonkin verran fosforia, millä ajan mittaan on rehevöitymistä hidastava vaikutus yhdessä muun ravinnekuormituksen vähenemisen kanssa.

9.4 Vesistöön kohdistuvat toimenpiteet

9.4.1 Rantojen kunnostus

Oulujärven rantojen käytön ongelmana on rantojen mataluus. Säännöstelystä johtuen vedenpinta on keväällä pitkään alhaalla ja kesäaikainen keskivedenkorkeuskin on laskenut n. puoli metriä. Paitsi että vedenpinnan alhaisuus vaikeuttaa uintia ja veneilyä ym. rantojen käyttöä, se on aiheuttanut myös rantojen umpeenkasvua ja soistumista. Kasvillisuutta vielä voimistaa jätevesien ja hajakuormituksen aiheuttama ravinnepitoisuuksien kasvu. Asiaa on käsitelty tarkemmin kohdissa 7.2 ja 7.3.

Rantojen kasvillisuuden kehittyminen voidaan tehokkaimmin estää ainoastaan nostamalla kesäaikainen vedenpinta jo keväällä korkeammalle. Rantakasvillisuuden kehittymistä voidaan kuitenkin lisäksi hidastaa erityisesti vähentämällä lähivaluma-alueelta peräisin olevaa ravinnekuormitusta. Rantoja ja matalia lahtia voidaan kunnostaa monin teknisin toimenpitein. Kasvillisuutta voidaan vähentää niittämällä. Sellaisilla, matalilla rannoilla, joilla umpeenkasvu ei ole vielä voimakasta voitaneen kasvillisuutta vähentää kyntämällä tai äestämällä ranta keväällä veden ollessa alhaalla. Järeämpi ja varmempi toimenpide on puhdistaa ranta ruoppaamalla. Toimenpiteet on uudistettava ajoittain, ellei vedenpintaa nosteta.

Lahtien vedenpintaa voitaisiin monin paikoin nostaa pysyvästi pohjapadoilla, mutta venekulun estyminen kaataa yleensä tällaiset hankkeet.

Säännöstely on vähentänyt rantojen vyörymistä, mutta vyöryviäkin rantoja edelleen on. Vyörymisen pysäyttämiseksi ovat osoittautuneet käyttökelpoisiksi rannoille rakennettavat poikittaiset suisteet, jotka estävät hiekan kulkeutumisen rantaa pitkin. Vyöryviä paikkoja voidaan myös tukea mm. kiveyksin sekä sitoa kasvillisuudella.

Rantojen omistajat ovat kaivaneet runsaasti vesiväyliä rantoihinsa, mutta muita kunnostustoimenpiteitä on tehty vielä vähän. Em. säännöstelyselvitys tuonee lisätietoa eri toimenpiteiden vaikutuksista ja toteuttamismahdollisuuksista,

9.4.2 Sokajärven kunnostus

Fosfori- ja typpikuormituksella on tietty raja, jonka ylittyminen johtaa haitallisiin muutoksiin koko järven ekosysteemissä. Sokajärvellä tämä taso on ylittynyt ja ylitys näkyy lähes jokavuotisinä happivajauksina tai -katoina ja ajoittain ilmenevinä leväkukintoina sekä alusveden haitta-ainepitoisuuksien kasvuna. Järvi on joutunut sisäkuormitteiseksi, joka on osoitettu mm. kuormituslaskelmin (Tertsunen 1986).

Pelkkä ulkoisen kuormituksen vähentäminen ei enää riitä, vaan järveä olisi aktiivisesti hoidettava. Sisäisen kuormituksen katkaisemiseksi olisi pohjasedimentin hapentarvetta vähennettävä ja sedimentin fosforinsitomiskykyä parannettava. Kun hajotus ei ylikuormitettuna pysty seuraamaan tuotantoa, tuotanto häiriintyy ja voi tuottaa esim. myrkyllisiä sinileviä. Järven kunnostaminen vaatii hapetusta.

Hapetus voidaan toteuttaa ilmastamalla, purkamalla lämpötilakerrostuneisuus tai johtamalla alusveteen riittävästi hapekasta lisävetä. Lisäksi alusveden jäähtyminen hidastaisi talvista hapen kulumista.

Sokajärven sisäisen kuormituksen kannalta järven syväne ja sen pohjalietteen tila ovat ratkaisevassa asemassa. Tertsunen (1986) suorittamien pullokokeiden perusteella lietteen fosforiarvo on suuri ja fosforin liukeneminen syvänteeseen olosuhteissa on runsasta. Syvänteeseen talviaikainen hapettomuuden kehittyminen ja kesto määräävät olennaisesti vuotuisen sisäisen fosforikuormituksen suuruuden. Yleensä hapettomuus kestää syvänteissä 1 – 3,5 kk.

Tertsunen (1986) on arvioinut Sokajärven ulkoiseksi fosforikuormitukseksi 3,53 kg/d ja sisäiseksi kuormitukseksi 1,88 kg/d. Sokajärven valuma-alue on 40,6 km², pinta-ala 4,8 km² ja tilavuus keskiveden korkeudella 12 x 10⁶ m³. Hydrologian toimiston selvitysten mukaan (Kainuun vesipiirin vesitoimisto 1983) lumen suluttua ja Oulujärven vedenpinnan noustessa virtaa Paltajärvestä vettä Sokajärveen. Oulujärven vedenpinnan nousun loputtua tuuli pystyy aiheuttamaan veden vaihtumista Paltajärven ja Sokajärven välillä. Keskimäärin on Tertsunen (1986) oletanut Paltajärvestä virtaavan vettä Sokajärveen 0,458 m³/s. (Paltajärvestä tulevan veden fosforipitoisuus on noin 20 µg/l.)

Friskin (1978) modifioiman Lappalaisen (1977) mallin mukaan käyttäen CSTR-hydrauliikkaa (jatkuvasekoitteinen systeemi) järven laskennallinen fosforikuormitus on:

$$c_p = (1-R) \cdot c_{po}$$

c_p = laskennallinen pitoisuus

c_{po} = fosforin alkupitoisuus

R = pidättymiskerroin

$$R = 0,9 \cdot \frac{c_{po} \cdot T}{280 + c_{po} \cdot T}$$

T = viipymä kuukausina

Hapetuslaitteiden teho on yleensä noin 250 – 600 kg/d. Vastaava määrä (475 kg O₂) saataisiin johtamalla Kajaaninjoesta purkupaikkojen yläpuolelta 0,5 m³/s happipitoista lisävetä. Veden happipitoisuus on noin 11,0 mg/l ja fosforipitoisuus 12 µg/l.

Lisävesi samalla laimentaisi ainepitoisuuksia ja ajan myötä lopettaisi sisäisen kuormituksen. Virtaaman lisäyksen ja sekoittumisen kautta myös sinileväkukintojen esiintymistodennäköisyys vähenisi. Taulukossa 25 on arvioitu Sokajärven laskennallisia fosforipitoisuuksia eri kuormitusvaihtoehdoilla. Laskelmissa on oletettu, että ilmastuksella tai lisävesien johtamisella sisäinen kuormitus on nolla.

Taulukko 25. Sokajärven laskennallisia fosforipitoisuuksia eri kunnostusvaihtoehdoilla. c_{po} = alkupitoisuus, c_p = laskettu fosforipitoisuus.

| Toimenpide | Laskennallinen c_{po} | kok. P $\mu\text{g/l}$ c_p |
|--|----------------------------|---------------------------------|
| Nykytilanne | 86,3 | 37,4 |
| Ilmastus | 60,1 | 30,8 |
| Ilmastus+ulk.kuorm. puoleen | 36,0 | 22,6 |
| Ilmastus+pohjapato | 110,4 | 28,0 |
| Ilmastus+ulk.kuorm.puol. +pohjapato | 56,3 | 20,2 |
| Lisävesi 0,5 m ³ /s | 42,0 | 29,2 |
| Lisävesi+ulk.kuorm. puoleen | 27,0 | 21,0 |
| Lisävesi+pohjapato | 53,9 | 29,6 |
| Lisävesi+pohjapato +ulk.kuorm.puoleen | 30,8 | 20,7 |

Rehevyystasoon vaikuttaa laskennallisen pitoisuuden lisäksi sekoituspitoisuus, sillä aineen poistumista tapahtuu osittain tuotannon kautta. Laskelmien mukaan paras tulos saataisiin lisävesien johtamisella, joskin menetelmä on huomattavasti kalliimpi kuin ilmastus, vaikka vesi voitaisiinkin ilmeisesti johtaa Kajaaninjoesta painovoimaisesti.

Pohjapadon vaikutus olisi kahtalainen; toisaalta se nostaisi sekoituspitoisuuksia laimennuksen vähentyessä, toisaalta lisäisi sedimentaatiota viipymän kasvaessa. Lisäksi pohjapato estäisi Sokajärven vedenpintaa seuraamasta Oulujärven vedenpinnan muutoksia, jolloin hanke vähentäisi järven umpeenkasvua ja talvista happivajausta. Pohjapato olisi käyttökelpoinen ratkaisu ainakin lisävesien johtamisen yhteydessä, mikäli venekulkumahdollisuus Soka- ja Paltajärven välillä säilyisi.

9.5 Vesiensuojelutoimenpiteiden kustannukset

Vesiensuojelutoimenpiteiden kustannuksia on mahdollista arvioida vain yleispiirteisesti. Seuraavassa tarkastelussa kustannuksia arvioidaan vain siltä osin kuin vaaditaan parannusta nykyiseen tilanteeseen tai tulossa olevalle kuormitukselle vaaditaan tavanomaista tehokkaampaa jätevesien käsittelyä.

Yhtyneet Paperitehtaat Oy Kajaanin paperitehtaiden kuormituksen vähentämisessä olisi ensisijainen tehtävä vesimäärän vähentäminen, mikä on mahdollista lisäämällä kierrästyä. Tähän tähtäävän paperikoneiden suodosvesien flotaatiolaitoksen rakentamiskustannukset ovat noin 15 milj.mk. Tämän jälkeen kuormitusta on mahdollista alentaa n.s. tertiäärikäsittelyllä, jolloin kuormituksen alenema olisi nykytasosta vähintään 10 kg P/d. Esimerkiksi flotaatiosuodatuslaitoksen rakentamiskustannukset olisivat noin 30 milj.mk ja käyttökustannukset 4 milj.mk/a.

Pohjan Sellun sulfaattiselutehtaan "peruspuhdistamona" voidaan pitää biologista puhdistamoa. Tertiäärikäsittelyn kustannukset olisivat mahdollisesti suuremmat kuin Yhtyneet Paperitehtaat Oy Kajaanin tehtailla, mutta uusia sellun valmistusmenetelmiä on kehitteillä ja kun tehtaan rakentamisajankohta on aikaisintaan v. 1997, ei kustannuksia ole tarpeen arvioida.

Yhdyskuntajätevesien osalta on jo toteutumassa Säräisniemen jätevesien johtaminen Vaalaan. Paltamon uuden jätevedenpuhdistamon kustannusarvio on 9 milj.mk. Kajaanin kaupungin Peuraniemen puhdistamon täydentäminen biologisella puhdistuksella maksaisi noin 33 milj.mk. Otanmäen jätevesien esikäsittelynä tarvittava siivilöinti maksaa noin 0,2 milj. mk, mutta mikäli jätevesiallas ei toimi odotetulla tavalla, joudutaan rakentamaan noin 4 milj.mk. maksava kemiallinen saostuslaitos. Fosforikuormituksen arvioidaan alenevan yhteensä noin 3 kg/d, mikä merkitsee yli 95 % puhdistustehoa keskimäärin.

Pienten taajamien ja taajamien lievealueiden jätevesien käsittelynä on paras ratkaisu niiden johtaminen keskuspuhdistamoille. Kustannukset riippuvat tällöin lähinnä pumpaamoiden tarpeesta ja viemärien pituudesta. Salmijärven jätevesien johtaminen Peuraniemen puhdistamolle maksaa noin 2,5 milj.mk. Mieslahti – Paltamo siirtoviemärin hinta on noin 1,4 milj.mk ja Kivesvaara – Paltamo siirtoviemärin kustannusarvio 4,7 milj.mk. Kivesvaaran kuormitus on kuitenkin vielä pieni. Vuottolahden alueen siirtoviemäri Vuolijoen kirkonkylään maksaa noin 2,1 milj.mk. Taajamien lievealueiden viemärointikustannuksia ei tässä lasketa vesiensuojelukustannuksiksi. Puhdistamojen laajennuksia ei myöskään ole otettu huomioon. Kuormituksen vähenemäksi arvioidaan 1,5 kg P/d.

Yksittäisen talouden perusratkaisuna haja-asutusalueella voidaan pitää 3-osaista saostuskaivoa (n. 10.000 mk) ja maahanimeytysojastoa, minkä hinta on keskimäärin 12.000 mk.

Maasuodatin maksaa 3 – 5 hengen taloudelle noin 40.000 mk ja pienpuhdistamo 25.000 – 40.000 mk. Umpikaivon hinta vastaa 3-osaisen saostuskaivon hintaa, mutta tyhjennyskustannukset ovat noin 1.000 mk/a suuremmat kuin maahanimeytyksessä.

Haja-asutuksen jätevesien käsittelyn arvioidaan olevan puutteellista lähes puolella talouksista. Suunnittelualueella asuu edellä käsiteltyjen alueiden ulkopuolella yli 4 000 asukasta. Jos arvioidaan 600 talouden jätevesien käsittely korvattavaksi umpikaivolla, olisivat rakentamiskustannukset 6 milj.mk ja tyhjennyskustannukset 0,6 milj.mk/a. Ongelman siirtymistä jätevedenpuhdistamoille ja kaatopaikoille ei tässä oteta huomioon. Kuormituksen vähenemäksi arvioidaan 3 kg P/d.

Taajamien hulevesikuormituksen oleellinen vähentäminen vaatisi niin huomattavia kustannuksia, ettei hulevesien käsittelyyn uskota lähiaikoina ryhdyttävän.

Kaatopaikkojen rakenteiden ja hoidon parantaminen kuuluu normaaleihin velvoitteisiin. Niiden aiheuttama kuormitus on muuten pieni, mutta lähinnä Olliskannevan ja Maaston kaatopaikkavesien käsittelyllä saataisiin kuormitusta alenemaan noin 0,4 kg P/d (80 %). Paras tulos saavutettaisiin johtamalla kaatopaikkavedet Peuraniemen tai Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n puhdistamolle. Siirtoviemärin hinta on noin 0,8 milj.mk. Puhdistamon laajennustarvetta ja lisääntyviä käyttökustannuksia ei ole arvioitu.

Turvetuotantoalueilla laskeutusaltaat ja sarkaojien lietteenpidättimet katsotaan tavanomaisiksi rakenteiksi. Vesiensuojelun parantaminen edellyttäisi usein kemiallista saostusta, sillä ns. pintavalutukseen ei ole aina mahdollisuutta. Menetelmät ovat vasta kehittyasteella, mutta olettaen, että 80 % eli 1,5 kg P/d vähenemä saadaan investoimalla 0,5 milj. mk/100 ha, olisi vesiensuojelukustannus 3,5 milj.mk. Käyttökustannuksia ei ole arvioitu.

Kalankasvatuslaitosten kuormituksen vähentämiseen ei toistaiseksi ole käyttökelpoisia menetelmiä. Kainuun kalanviljelylaitoksella jätevesien käsittelyyn ei ainakaan vielä voida odottaa tarvittavan muutoksia.

Peltoviljelyn osalta kustannuksia syntyy pääasiassa tuoton menetyksinä, sillä osa peltoa jää käyttämättä. Hankaloituvan työn ja lisääntyvän viljavuustutkimustarpeen aiheuttama kustannus kompensoituu ainakin osittain lannoituksen määrän vähennyksellä. Vesiensuojelukustannuksia ei ole tarkoituksenmukaista arvioida.

Karjatilloilla huomattavimmat vesiensuojelukustannukset aiheutuvat lantavarastojen laajentamisesta ja tuorerehun puristonesteen talteenotosta. Suunnittelualueella on 270 toimivaa karjatilaa, joista 70 %:lla on rakentamistarvetta keskimäärin 58.000 mk/tila. Vesiensuojeluinvestointien kokonaiskustannus on siten noin 11 milj.mk. Huomattava merkitys on myös sellaisilla toimenpiteillä, joista ei aiheudu sanottavia työ- eikä muitakaan kustannuksia. Maatalouden osalta voitaneen päästä 50 % eli noin 13,8 kg/d fosforikuormituksen vähenemään.

Metsätalouden osalta vesiensuojelutoimenpiteet vaativat tarkempaa suunnittelua ja huolellisempaa toteutusta, minkä lisäksi osa hyödystä jää saamatta. Markkamääräisiä kustannuksia on vaikea arvioida, mutta ainakin 20 % eli 8,7 kg/d fosforikuormituksen vähenemä voitaneen saada aikaan ilman sanottavia kustannuksia.

Laskeuman aiheuttamaa kuormitusta ei voida paikallisilla toimenpiteillä sanottavasti vähentää, joten ilmansuojelukustannuksia ei ole tarpeen arvioida.

Vesiensuojelutoimenpiteiden kustannukset ja niiden vaikutukset on koottu taulukkoon 26. Kuormituksen vähenemä 15 t P/a (42 kg P/d) on 31,5 % Oulujärven alueen kokonaiskuormituksesta. Edullisimmin kuormitusta voidaan vähentää maa- ja metsätalouden sekä haja-asutuksen osalta. Käyttökustannusten huomioonottaminen vielä selventäisi eroa, sillä ne ovat jätevesien puhdistuksessa huomattavan suuret. Tarvittavat vesiensuojeluinvestoinnit ovat luonteeltaan kauas tulevaisuuteen vaikuttavia, osittain pysyväisluonteisiaakin. Jos investoinnit pääomitetaan tältä pohjalta, puhdistuskustannus poistettua ravinneyksikköä kohti jää kohtuulliseksi.

Taulukko 26. Kuormitusten vähenemisestä aiheutuvat vuosikustannukset.

| Toimenpide | Investointikustannus | | Kuormituksen vähenemä kg P/a | Invest. kuorm.väh. mk/kg P | Vähennemä v.1991 tasosta | Vähennemän osuus koko kuormasta |
|--------------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | milj. mk | Vuosikust. milj.mk/a*) | | | | |
| YP Oy:n tertiääri-puhdistus | 45,0 | 2,25 | 3.650 | 616 | 50 % | 7,52 % |
| Taajamien jätevesien puhdistus | 42,2 | 2,11 | 1.095 | 1927 | 50 % | 2,26 % |
| Pienet taajamat | 6,0 | 0,3 | 548 | 547 | 80 % | 1,13 % |
| Haja-asutus | 6,0 | 0,3 | 1.420 | 211 | 50 % | 2,92 % |
| Kaato-paikat | 0,8 | 0,04 | 146 | 273 | 80 % | 0,30 % |
| Turve-tuotanto | 3,5 | 0,175 | 547 | 319 | 80 % | 1,13 % |
| Maatalous | 11,0 | 0,55 | 3.763 | 146 | 50 % | 7,75 % |
| Metsätalous | – | – | 4.046 | – | 20 % | 8,33 % |
| YHTEENSÄ | 114,5 | 5,725 | 15.215 41,7 kg/d | 376 | 36,7 % | 31,33 % |

*) Pääomitettu 20 vuodelle 5 % reaalikorolla ilman käyttökustannuksia.

9.6 Yhteenveto toimenpidemahdollisuuksista ja keinoista Oulujärven vesiensuojelun kehittämiseksi

9.6.1 Toimenpiteiden vaikutukset Oulujärven fosforitaseeseen

Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n ja taajamien kokonaisfosforikuormitus on nykyisin noin 26 kg/d ja typpikuormitus noin 475 kg/d. Tämän tasoisen pistekuormituksen kokonaisvaikutus on läntisellä Paltaselällä + 1,3 µg P/l, Ärjänselällä ja itäisellä Paltaselällä + 0,2 µg P/l ja Niskanselällä + 0,1 µg P/l.

Pohjan Sellun rakentaminen nostaisi fosforipitoisuuksia nykytasosta läntisellä Paltaselällä noin + 2,7 µg P/l, itäisellä Paltaselällä + 1,4 µg P/l, Ärjänselällä + 0,5 µg P/l ja Niskanselällä + 0,1 µg P/l. Laskelmissa on käytetty fosforikuormitusta YP + PS = 80 kg/d.

Pistekuormitusta selvästi enemmän vaikuttaa Oulujärven tilaan Oulujärven omalta valuma-alueelta ja Sotkamon ja Hyrynsalmen reiteiltä purkautuva hajakuormitus. Hajakuormituksen vaikutus on mallilaskelmien mukaan Oulujärvellä 1,8 – 6,0 µg P/l, josta Oulujärven oman valuma-alueen vaikutus on noin 1,3 – 2,5 µg/l.

Jos hajakuormitus vähenisi 30 %, mutta Pohjan Sellun kuormitus (50 kg P/d) tulisi lisää, nousisi fosforipitoisuus nykytilanteeseen verrattuna läntisellä Paltaselällä 1,0 µg/l, mutta itäisellä Paltaselällä, Ärjänselällä ja Niskanselällä pitoisuudet laskisivat 0,5 – 0,3 µg/l.

Muiden pistekuormittajien kuin Kajaanin teollisuuden kuormituksen vähentämisen vaikutus ei näy mallilaskelmien tuloksissa, mutta paikallisesti niiden merkitys voi olla huomattava ja osaltaan vähentäminen vaikuttaa Oulujärven kokonaiskuormitukseen.

Säännöstelykäytännön muuttamisella ja rantojen kunnostustoimenpiteillä ei ole sanottavaa vaikutusta veden laatuun, mutta virkistyskäytön kannalta vedenkorkeusvaihtelu paranisi vielä jonkin verran.

Toimenpiteiden vaikutukset ulottuvat lisäksi monille muille osa-alueille esim. järven happitilanteeseen, perustuotantoon, eläinplankton tuotantoon ja myös kalatuotantoon.

Seuraavassa taulukossa on karkeasti esitetty eri toimenpiteiden vaikutukset ja kuormituksen vähentämisestä johtuvat lisäkustannukset.

Taulukosta 27 voidaan päätellä, että Oulujärven tilaan voidaan vaikuttaa parhaiten vähentämällä hajakuormitusta sen lähivaluma-alueella. Kajaaninjoen ja Kiehimänjoen kuormituksen vähentäminen vaikuttaa kuitenkin voimakkaasti Paltaselkään. Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n ja Kajaanin kaupungin jätevesien puhdistuksen tehostaminen parantaisi ainoastaan Paltaselän länsiosan veden laatua.

9.6.2 Toteuttamismahdollisuudet ja vastuutahot

Vesiensuojelun tavoiteohjelman mukainen jätevesien käsittelyn taso on toteutunut pistekuormituksen osalta jo nykyisin kalankasvatusta lukuunottamatta. Myös Kainuun kalanviljelylaitoksella vaatimukset toteutuvat, mutta kaupallisella ja kotitarvekalankasvatuksella ei ole toistaiseksi menetelmiä, joilla kuormitusta voitaisiin vähentää yhtä paljon kuin muuta pistekuormitusta.

Pistekuormitusta ja sen vesiensuojelutoimenpiteitä voidaan yleisesti ottaen hallita ja valvoa hyvin nykyisellä lainsäädännöllä ja lupamenettelyllä. Rahoitusmahdollisuudet ovat kuitenkin huonontuneet.

Taulukko 27. Fosforipitoisuuden muutokset eri kuormitusvaihtoehdoilla Oulunjärvellä.

| Toimenpide | Fosforipitoisuuden muutos $\mu\text{g/l}$ | | | Inv. kust. milj.mk. |
|---------------------------------|---|-----------------|------------------|---------------------------|
| | Palta- selkä | Arjän- selkä | Niskan- selkä | |
| Nykytila | 15,8 | 14,1 | 11,9 | 0 |
| Nykytila + 50 kg P/d | | | | |
| (Pohjan Sellu) | +2,7 | +0,5 | +0,1 | 0 |
| Nykytila - 10 kg P/d | | | | |
| (YP OY Kajaani) | -0,6 | -0 | 0 | 45,0 |
| Nykytila - 5 kg P/d | | | | |
| (muu pistekuormitus 50 %) | -0 | -0 | -0 | 46,5 |
| Nykytila - 30 kg P/d | | | | |
| (Hajakuorm. 33 % suunn.alue) | -0,8 | -0,9 | -0,6 | 23,0 |
| Nykytila - 50 P/d | | | | |
| (hajakuorm.) | | | | |
| - 30 % suunn.alue | | | | |
| - 18 % koko vesistöalue) | -1,8 | -0,9 | -0,4 | 114,5+ |

Vesiensuojelun tavoiteohjelmassa edellytetään maataloudelta suhteellisesti samaa kuormituksen vähennystä kuin muultakin kuormitusta aiheuttavalta toiminnalta.

Metsämaiden ojitus, lannoitus, hakkuut ja muokkaus tulee suunnitella ja toteuttaa niin, että pinta- ja pohjavesille aiheutuu mahdollisimman vähän haittoja.

Vesiensuojelullinen neuvonta ja valistus ovat nykyisin tehokkain keino, jolla maa- ja metsätalouden aiheuttamaa kuormitusta voidaan vähentää. Tilakohtaista neuvontatyötä onkin jo aloitettu Oulujärven alueella. Sekä maa- ja metsätalouden että vesiensuojelun tavoitteena on kiintoaine- ja ravinnehuuhtouman minimoiminen. Tuotannon suunnittelussa ja painotuksessa, työmenetelmien valinnassa ja itse käytännön työssä on usein mahdollista ottaa vesiensuojelu huomioon vähentämättä oleellisesti toiminnan tuottavuutta.

Taloudelliset ohjausmahdollisuudet ovat parantuneet merkittävästi v. 1990-91, kun nyt sekä maaseutuelinkeinolain että metsänparannuslain mukaan voidaan myöntää rahoitustukea ympäristönsuojelua edistäviin toimenpiteisiin. Varoja ei kuitenkaan ole osoitettu riittävästi. Uusi metsänhoitoasetus tuo toisaalta huononnusta entiseen, sillä nyt yksityinen maanomistaja voi tehdä toimenpiteitä ilman hyväksyttyä suunnitelmaa ja hakea rahoitustukea jo toteutetun työn perusteella. Metsälautakunta ei tällaisissa tapauksissa voi valvoa töiden asiallisuutta.

Vesilainsäädännön keinot ovat maa- ja metsätalouden vesiensuojelutyössä ja toiminnan ohjauksessa vähäiset. Ennakkotoimenpideasetuksen muutoksen (15.9.1989) myötä muun muassa suurchkot eläinsuojat, kalankasvatuslaitokset, turkistarhat ja turvetuotanto ovat

ilmoitusvelvollisia. Tätä ennen ns. hajakuormittajista vain yli 100 sian sikalat ovat olleet ennakoilmoitusvelvollisuuden piirissä. Ennakoilmoitusmenettelyn avulla voidaan varmistua jätteiden varastointitilojen riittävydestä ja ohjata muuta ympäristönsuojelua.

Ennakkotoimenpideasetuksen muutoksen perusteella vesi- ja ympäristöhallitus on antanut uuden karjasuojien vesiensuojelua koskevan valvontaohjeen nro 61 (12.11.1990) ja sitä täydentävän muutoksen 3.4.1992. Valvontaohje on tarkoitettu yleiseksi ohjeeksi vesi- ja ympäristöpiireille ohjattaessa karjasuojien vesiensuojelutoimenpiteitä. Valvontaohjeessa selostetaan vesiensuojelun kannalta suositeltavaa käytäntöä karjasuojien sijoituksen, lannan ja säilörehun puristuksen varastoinnin, lantavarastojen rakenteiden, karjanlannan käyttämisen peltojen lannoitukseen sekä jätevesien käsittelyn suhteen.

Metsäojitusten vesilain mukaista valvontaa hoidetaan nykyisin vapaaehtoiseen ilmoitusmenettelyyn perustuen. Menettelyä noudattavat kuitenkin vain metsälautakunta ja metsähallinto, puutavarayhtiöt eivät ole liittyneet ilmoitusmenettelyyn. Vesi- ja ympäristöpiiri tarkastaa saamansa ojituskohteita koskevat ilmoitukset ja pyytää harkintansa mukaan ojitussuunnitelmia tarkastettavakseen.

Vesi- ja ympäristöpiirillä ja ympäristönsuojelulautakunnilla on kehittämistarvetta sekä keskinäisessä yhteistyössä että yhteistoiminnassa muiden viranomaisten ja neuvontajärjestöjen kanssa.

Keinoja maa- ja metsätalouden kuormituksen vähentämiseksi tutkitaan Maatalous ja vesien kuormitusyhteistyöprojektissa (MAVERO) ja metsätalouden vesiensuojelun tutkimusprojektissa (METVE), joiden valmistuttua saadaan uutta tietoa hajakuormituksen vähentämismahdollisuuksista. Tavoitteet voidaan kuitenkin saavuttaa jo nyt tiedossa olevilla keinoilla, mikäli rahoitusmahdollisuudet paranevat.

10 TOIMENPIDESUOSITUKSET

Seuraavassa esitettävät kuormittajakohtaiset toimenpidesuosituksukset perustuvat vaativan virkistyskäytön (virkistyskalastuksen) ja matkailun edellyttämään tavoitetilaan. Samalla tavoitteena on parantaa Oulujärven vedenlaatua erityisesti ravinteiden kokonaiskuormitusta vähentämällä. Huomiota kiinnitetään myös ranta-alueiden ja lahtien veden laatuun ja kunnostukseen sekä yleisten virkistyskäyttömahdollisuuksien luomiseen.

Toimenpidesuosituksia laadittaessa on otettu huomioon myös valtioneuvoston periaatepäätöksessä "Vesiensuojelun tavoiteohjelma vuoteen 1995" annetut tavoitteet.

Tavoitteet on mahdollista saavuttaa ainoastaan eri viranomaisten ja intressitahojen kiinteällä yhteistyöllä. Suunnittelun lisäksi tarvitaan koulutusta, tiedottamista ja valvontaa.

10.1 Teollisuus

Yhtyneet Paperitehtaat Oy Kajaanin paperitehtailla on suunniteltu tuotantokapasiteetin kohottamista 1990-luvulla 830.000 tonniin vuodessa. Tätä vastaavan fosforikuormituksen tulee pysyä alle 30 kg/d ja BOD₇-kuormituksen alle 5,0 t/d. Tehtailla on kiinnitettävä huomiota satunnaispäästöjen estämiseen ja käsittelyyn.

Yhtiön tulee liittää 1997 loppuun mennessä tehtävään lupaehtojen tarkistamista koskevaan hakemukseen suunnitelma ns. tertiäärisestä puhdistuksesta tai muista vastaavantehoisista fosforikuormitusta pienentävistä toimista.

Mahdollinen Pohjan Sellun rakentaminen vaikeuttaa tavoitetilan saavuttamista ainakin Paltaselän etelä- ja länsiosalla. Pohjan Sellulle tulee alusta alkaen rakentaa parhaat senhetkiseen tietämykseen perustuvat jätevesien puhdistuslaitteet.

Yhdyskuntien viemäriverkkoihin johdettavat teollisuusjätevedet tai muut laadultaan poikkeavat jätevedet tulee esikäsittää siten, etteivät ne haittaa puhdistamoiden toimivuutta.

10.2 Yhdyskunnat

Yhdyskuntajätevesien puhdistustehon tulee olla fosforin ja orgaanisen aineen suhteen vähintään 90 % vuoteen 1995 mennessä ja 95 % vuoteen 2000 mennessä.

Kaikissa viemäriverkoissa toteutetaan vuotovesien vähentämistoimenpiteet. Viemäri-veden pumppaamojen ylivuodot pyritään estämään kokonaan mm. valvonta- ja käsittelyjärjestelmien avulla.

Kaikille yli 1.000 asukkaan taajamien jätevedenpuhdistamoille järjestetään lietteen kuivaus, samoin saostuskaivo- ja umpikaivolietteilte järjestetään asianmukainen vastaanotto ja käsittely jätevedenpuhdistamoille. Jätelietteet pyritään kompostoimaan ja ohjaamaan hyötykäyttöön.

Kajaanin kaupungin Peuraniemen puhdistamolla tehdään vuoteen 1995 mennessä selvitys biologisen käsittely-yksikön rakentamisesta sekä tyyppiyhdisteiden vesistövaikutuksista. Lupaehtojen tarkistamista koskeva hakemus on tehtävä vuoden 1997 loppuun mennessä.

Salmijärven sairaalan ja Kuluntalahden jätevedet johdetaan Peuraniemen puhdistamolle.

Paltamon kirkonkylään rakennetaan v. 1997 loppuun mennessä kokonaan uusi biologiskemiallinen jätevedenpuhdistamo. Mieslahden jätevedet johdetaan Paltamon jätevedenpuhdistamolle vuoteen 1994 mennessä.

Säräisniemen jätevedet johdetaan v. 1992 lähtien Vaalan kirkonkylään, jonne valmistuu uusi biologiskemiallinen puhdistamo v. 1994. Jätevedet johdetaan Oulujokeen.

Vuolijoen kirkonkylän jätevedenpuhdistamoa laajennetaan ja käsittelyä tehostetaan, mikäli kuormituksen kasvu sitä edellyttää.

Otanmäen taajaaman jätevesille rakennetaan tehokas esikäsittely (siivilöinti) ennen niiden johtamista nykyiseen jätevesialtaaseen. Altaasta jätevedet lasketaan vesistöön sellaisina aikoina, että haitalliset vesistövaikutukset jäävät mahdollisimman pieniksi. Mikäli altaan ravinnepitoisuus nousee nykyisestä oleellisesti, on jätevesille järjestettävä vähintään kemiallinen käsittely. Vuottolahden ja Vuorokkaan jätevedet johdetaan Otanmäkeen tai Vuolijoen puhdistamolle.

Taajamien lievealueet sekä taajaan asutut asuin-, matkailu- ja loma-asuntoalueet tulee liittää taajamien viemäriverkkoihin. Vaihtoehtoisesti jätevesille on järjestettävä paikallinen vaatimukset täyttävä puhdistus.

10.3 Haja-asutus

Pysyvästi viemäriverkkojen ulkopuolelle jäävän kiinteän ja loma-asutuksen kohdalla menetellään seuraavasti:

- WC-vedet umpikaivoon ja pesuvedet maahanimeytykseen, mikäli maaperä on imeyttämiseen sopivaa
- Kaikki jätevedet umpikaivoon, jos pesuvesien imeytyspaikka tulisi lähemmäksi kuin 20 m vesistöstä tai maaperä on imeyttämiseen sopimaton
- Sellaisilla alueilla, joilla maaperä on imeyttämiseen sopivaa, voidaan kaikki jätevedet johtaa maahanimeytykseen, mikäli imeytyspaikka on kauempana kuin 50 m vesistöstä.

Umpikaivo voidaan korvata asianmukaisella maasuodattimella, mikäli purkupaikka on kauempana kuin 50 m vesistöstä.

Maahanimeytyksellä tarkoitetaan imeytysojastoa tai imeytyskenttää. Maaperäkäsittelyllä tarkoitetaan maahanimeytystä tai maasuodatinta.

Lupa jätevesien maaperäkäsittelyyn tulee käsitellä tapauskohtaisesti. Maaperän soveltuvuus imeyttämiseen on osoitettava riittävin tutkimuksin. Pohjaveden pilaantumisvaara on otettava lupaa myönnettäessä huomioon.

Loma-asutuksen päätarkoituksena pidetään kuivakäymälää eli vältetään vesikäymälöiden perustamista.

Jos rakennuksella ei ole painevesijohtoa, jätevedet johdetaan maaperäkäsittelyyn.

10.4 Maatalous

- Maatiloille laaditaan tilakohtaiset ympäristöhoitosuunnitelmat.
- Lietteen ja virtsan varastointitilat rakennetaan 12 kk varastointitarvetta vastaaviksi, mikäli kotieläintalouden harjoittaminen tiloilla jatkuu vuoden 1995 jälkeen.

- Kuivalantalan tulee olla rakenteeltaan sellainen, ettei lanta nesteineen valu lantalan ulkopuolelle. Lantalan reunat tulee tätä silmällä pitäen tehdä vähintään 0,5 m korkeiksi. Myös ajoluiskan tulee olla vähintään 0,5 m korkuinen.
- Karjanlantaa levitetään vain sulaan maahan ja mullataan välittömästi. Lietelantaa ja virtsaa voidaan levittää myös kasvustoon. Karjanlannan roudalle levitys ei ole sallittua.
- Karjanlanta on levitettävä siten, ettei lantaa pääse valumaan vesistöön tai ojaan. Lannan huuhtoutumisvaaraa vähennetään jättämällä vesistöjen rantaan ja valtaojien varsille suojakaistoja, joille ei levitetä karjanlantaa. Suojakaistan leveys on harkittava tapauskohtaisesti ja siihen vaikuttaa mm. pellon kaltevuus, maalaji, lannan laatu ja lannan levitystapa.
- Karjanlannan levitysmäärä tulisi mitoittaa lannasta tulevan fosforin mukaan. Lantaa voidaan levittää perustettavalle nurmelle enemmänkin, mutta fosforilannoitusta tulee seuraavina vuosina vastaavasti vähentää eikä suuria lantamääriä tule käyttää samalle pellolle vuodesta toiseen. Karjanlanta ja väkilanta tulee yhteensovittaa.
- Lantapatteri tulee sijoittaa pellolle siten, ettei pinta- ja pohjavesien pilaantumisvaaraa ole. Patteri tulisi sijoittaa tasaisen peltolohkon keskelle tai loivasti kaltevalle pellolle lähelle pellon yläreunaa. Lantapatteria ei saa tehdä tulvavaaran alaiseen paikkaan, lähelle vesistöä (suojakaistoista yllä) eikä 100 m lähemmäksi talousvesikaivoa. Patteri tulisi peittää esim. muovilla.
- Peltojen lannoituksen tulisi perustua viljavuustutkimukseen. Nurmien pinta-lannoitus tulee suorittaa huolellisesti, jotta päästään hyvään levitystasaisuuteen ja estetään lannoitteen joutuminen ojiin ja vesistöön.
- Mikäli tuotannon rajoittamistoimia suunnataan peltopinta-alaan, ne kohdistetaan vesistöjen varsilla oleviin peltoihin.
- Kesannointi toteutetaan viherkesannointina.
- Säilörehunteossa syntyvä puristeneste kerätään talteen kokonaisuudessaan käytettäväksi lannoitteena tai rehuna.
- Maitohuoneen ja karjakeittiön jätevedet tulee ohjata liete- ja virtsasäiliöön tai sakokaivojen kautta kunnolliseen maahanimeytykseen.

10.5 Turvetuotanto

Turvetuotantoalueilla pidetään kuivatusvesien käsittelyn perusvaatimuksena selkeytystä, mikä poistaa lähinnä kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Selkeytykseen kuuluvat sarkaojen päisteputket lietesyvennyksineen, laskeutusaltaat sekä eristysojien lietealtaat. Perusvaatimukset tulee täyttää kaikilla turvesoilla v. 1993 mennessä.

Soilla, joilla on maastollisia edellytyksiä, toteutetaan kuivatusvesien pintavalutus, mikäli turvetuotanto jatkuu vuoden 1995 jälkeen. Muiden turvetuotantoalueiden vesienkäsittelyä tehostetaan tutkimustiedon tarjoamien mahdollisuuksien mukaan (esim. kemiallinen saostus), mikäli niillä saadaan oleellisesti parannetuksi vastaanottavan vesistön tilaa.

Uudet turvetuotantoalueet tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa. Maan syöpyminen on estettävä.

10.6 Kalanviljely ja kalankasvatus

Kainuun kalanviljelylaitoksen poistovesien käsittely on järjestetty asianmukaisesti, eikä nykytietämyksen valossa kuormituksen rajoittamiseen ole teknisiä edellytyksiä, vaan tuotantoa jouduttaisiin supistamaan. Vesioikeuden laitokselle vuonna 1984 määräämiin lupaehtoihin nähden kuormitus on suunniteltua pienempi.

Muussa alueella tapahtuvassa kalankasvatuksessa tulee pyrkiä käyttämään teollisuuden jo nyt valmistamia vähäfosforisia rehuja. Fosforipitoisuuden laskeminen nykyisistä parhaista rehuista vielä alemmas ei ole kalojen ravitsemustekijöistä johtuen kuitenkaan mahdollista.

Koska verkkokassilaitoksille ei ole vielä kehitetty käytännössä toimivia vesien-suojeluratkaisuja, suhtaudutaan tällaiseen kalankasvatukseen kielteisesti. Oulujärveen laskevien sivuvesistöjen varsilla tapahtuvan maa-allaskasvatuksenkin lisääntymiseen suhtaudutaan kriittisesti. Lupahakemukset ratkaistaan kuitenkin tapauskohtaisesti.

10.7 Metsätalous

Metsätaloudessa noudatetaan uusimpia ympäristönsuojeluohjeita, jotka sisältävät mm. seuraavaa:

- Ojituskohteet valitaan huolellisesti ja tarkasti sekä kunnostus- että uudisojituksessa. Kannattamattomat kohteet jätetään toimenpiteiden ulkopuolelle.
- Ojituksen toteutuksessa ravinteiden huuhtoutuminen ja maaston syöpyminen minimoidaan. Keinoina ovat vesistöjen varsille jätettävät suojavyöhykkeet, kaivukatkot, laskeutusaltaat sekä ojien linjaus ja suuremmissa hankkeissa kaivun rytmitys.
- Maanmuokkausalueiden vesiensuojelu järjestetään samoin periaattein kuin ojituksessa. Maanmuokkausmenetelmän valinnassa otetaan ympäristönäkökohdat huomioon.
- Metsiä lannoitettaessa lannoitteiden joutuminen suoraan vesistöön estetään. Vesistön rannalle jätetään suojavyöhyke. Lannoitteita ei levitetä talvella.
- Laajoja avohakkuita vältetään eikä niitä uloteta vesistön rantaan saakka.
- Koulutuksella huolehditaan siitä, että metsätaloustoimenpiteitä toteuttavat henkilöt hallitsevat myös vesiensuojelutoimenpiteet.

10.8 Muut toimenpiteet

Oulujärven vedenkorkeuden tulee nousta viimeistään toukokuun loppuun mennessä tasolle NN+ 122,30 ja kesäkuun loppuun mennessä tasolle 122,50. Virkistyskäytön

kannalta on taso 122,70 ihanteellisin. Oulujärven säännöstelykäytäntöä muutetaan kuitenkin vuonna 1992 valmistuvan selvityksen tulosten mukaisesti.

Rantojen kunnostamismahdollisuudet selvitetään säännöstelyjärvien kunnostukseen liittyen ottaen em. tutkimuksen antamat tulokset huomioon. Kunnostamismahdollisuuksissa tulevat kysymykseen lähinnä

- kasvillisuuden valtaamien hiekkarantojen puhdistaminen ruoppaamalla
- kasvillisuuden poistaminen ja leviämisen estäminen kyntämällä tai äestämällä
- ilmaversoisten kasvustojen niittäminen kohdissa, joissa upos- ja kelluslehtisten kasvien leviämisvaaraa ei ole
- lahtien patoaminen kohteissa, joissa ei aiheuteta haittaa veneliikenteelle
- vyöryvien rantojen tukeminen
- veneväylien ruoppaaminen
- satamien rakentaminen

Sokajärven kunnostamistoimenpiteiksi suositellaan hajakuormituksen vähentämistä ja syvänteen happipitoisuuden parantamista. Lisäksi voidaan tehdä rantojen kunnostamistoimenpiteitä, mutta pohjapatoa ei voida suositella veneliikenteelle tulevien haittojen vuoksi.

Roskakalojen pyyntiä fosforin poistamiseksi järvestä suositellaan lisättäväksi koko Oulujärven alueella, mutta erityisesti Sokajärvellä.

Kajaaninjoen kuitusedimentin käyttäytymistä on seurattava. Mikäli kuidun pintaan-nouseminen voimistuu, on tehtävä suunnitelma siitä aiheutuvien haittojen vähentämiseksi.

Tarpeelliset uittolaitteet on pidettävä kunnossa ja tarpeettomat poistettava vesistöstä. Entisillä erottelu- ja varastointialueilla on selvitettävä myös pohjan puhdistustarve.

Oulujärven osa-alueille laaditaan yksityiskohtaisia ympäristönsuojelusuunnitelmia. Suunnittelun koordinoi vesi- ja ympäristöpiiri ja siihen osallistuvat maa- ja metsätalousviranomaiset ja neuvontajärjestöt sekä kunnat ja paikalliset asukkaat. Suunnittelussa mukana olevien tulisi sitoutua vaikuttamaan omalta osaltaan sen toteutumiseen. Ympäristönsuojelusuunnitelma tulisi laatia seuraaville alueille:

- Vuolijoki - Käkilahti
- Mainuanjoki - Vuottolahti
- Sokajärvi
- Jormuanlahti
- Mieslahti
- Melalahti - Varislahti
- Jaalanganlahti
- Painuanlahti
- Nimisjärvi
- Manamansalo.

10.9 Toimenpiteiden kiireellisyys

Kiireellisimpänä toimenpiteenä pidetään maa- ja metsätalouden sekä haja-asutuksen kuormituksen vähentämistä, mihin tähtäävät toimenpiteet ovatkin jo alkaneet maa- ja metsätalousviranomaisten ja neuvontajärjestöjen kiinnittäessä asiaan huomiota.

Alueittaisten ympäristönsuojelusuunnitelmien laatiminen on tärkeä osa haja-kuormituksen vähentämisessä. Suunnittelu on jo aloitettu tärkeimmillä eli Käkilahden, Vuottolahden ja Jormuanlahden alueilla. Sokajärven kunnostustoimenpiteet kuuluvat myös kiireellisimpiin tehtäviin.

Vesi- ja ympäristöpiiri laatii perustetun yhteistyöryhmän kanssa vesiensuojelun tavoiteohjelmaa koskevan toimenpidesuunnitelman v. 1992 koko piirin alueelle.

Pienten taajamien viemärointi ja jätevesien johtaminen keskuspuhdistamolle on kiireellisintä Mieslahden ja Vuottolahden alueilla. Isompien taajamien jätevedenpuhdistamoista ovat tärkeimpiä Vaalan ja Paltamon puhdistamot.

Rantojen kunnostusten suunnittelu ja toteutus tulisi saada käyntiin heti säännöstelyselvityksen valmistuttua.

Kajaanin paperitehtaalla kehitetään jatkuvasti prosessi- ja puhdistustekniikkaa kuormitusta alentavaan suuntaan. Ns. tertiääripuhdistuksen tarvetta käsitellään seuraavan vesioikeuden lupakäsittelyn yhteydessä 1990-luvun jälkipuoliskolla. Tällöin otetaan kantaa myös Kajaanin kaupungin ja kaatopaikkojen jätevesien käsittelyn tehostamiseen.

KIRJALLISUUS

- Anttonen-Heikkilä, K. 1983. Säännöstelyn vaikutuksista Oulujärven ranta- ja vesikasvillisuuteen. Vesihallitus. Tiedotus 231:1-89.
- Artman, E. 1978. Oulujärven ja siihen laskevien reittivesistöjen veden laatu vv. 1964 - 1978. Moniste. Kainuun vesiensuojeluyhdistys ry. Kajaani.
- Dusing, F. 1981. Oulujärven pohjalietetutkimus. Vesihallituksen monistesarja 1981:89. Kajaani.
- Granberg, K. ja Hakkari, L. 1980. Säännöstelyn vaikutuksista eräiden Kainuun järvien limnologiaan. Vesihallitus, Tiedotus 187. Helsinki.
- Heinonen, P., Herve, S., Myllymaa, U., Nyroos, H., Savisaari, R., Teräsvirta, H. & Vuoristo, H. 1985. Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen (Työryhmän ehdotus koekäyttöä varten). Vesihallituksen monistesarja 332. 36 p.
- Kääriäinen, E. 1966. The second levelling of Finland in 1935 - 1955. Suomen geodeettisen laitoksen julkaisuja 61.
- Lappalainen, M. 1979. Oulujärven talviset happipitoisuusennusteet eri BHK7-kuormitusvaihtoehtoissa. Vesihallituksen monistesarja 1980:9. Kuopio 1979.
- Miettinen, V., Ojala, T., Ruoppa, M. 1986. Kajaani Oy:n paperitehtaan jätevesien vaikutuksista vastaanottavassa vesistössä altistettuihin kirjolohiin vuonna 1984. Vesihallituksen monistesarja 440, Kajaani Oy:n ja Kajaanin kaupungin jätevesien vaikutuksista Kajaaninjoen - Paltaselän vesialueella vuonna 1984. Kajaani.
- Oulun kalastuspiiri 1989-1991. Vuosiraportit Oulujärven yleisveden troolauksesta. Monisteet, Kajaani.
- Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1987. Oulujoen vesistöalueen yhteistarkkailu 1986. Oulujärven alue. Osa II: Vesistötarkkailu. Moniste, Oulu.
- Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1988. Oulujoen yhteistarkkailu 1987. Oulujärven ympäristö. Osa I: Käyttö- ja kuormitustarkkailu. Moniste, Oulu.
- Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1989. Oulujärven ammattikalastajaselvitys v. 1988. Moniste, Oulu.
- Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1991. Oulujärven kalataloustarkkailu v. 1986-1990. Moniste, Oulu.
- Rekolainen, S. 1989. Phosphorus and nitrogen load from forest and agricultural areas in Finland. Aqua Fennica 19.2:95-107.
- Salojärvi, K., Auvinen, H. & Ikonen, E. 1981. Oulujoen vesistön kalatalouden hoitosuunnitelma. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja nro 1, 277 s.

- Salojärvi, K. Partanen, H., Auvinen, H., Jurvelius, J., Jäntti-Huhtanen, N. & Rajakallio, R. 1985. Oulujärven kalatalouden kehittämissuunnitelma. Osa 1: Nykytila. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto, monistettuja julkaisuja 40, 278 s.
- Salojärvi, K. ja Partanen, H. 1985. Oulujärven kalatalouden kehittämissuunnitelma. Osa 2: Suunnitelma. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto, monistettuja julkaisuja 41, 116 s.
- Talsi, T. 1986. Kajaani Oy:n paperitehtaan jätevesien vaikutukset vastaanottavan vesistön bakteeritoimintaan. Vesihallituksen monistesarja Nro 440, Kajaani Oy:n ja Kajaanin kaupungin jätevesien vaikutuksista Kajaaninjoen – Paltaselän vesialueella vuonna 1984. Kajaani.
- Tertsunen, A. 1986. Sokajärven kuormitusselvitys. Vesihallituksen monistesarja. Kajaani.
- Tolonen, E. 1986. Seurantatutkimus säännöstelyn vaikutuksista Oulujärven ranta- ja vesikasvillisuuteen. Tutkimusraportti. Vesihallituksen monistesarja Nro 419. Kajaani.
- Åkerla, H. 1984. Sedimentin koostumus ja hapenkulutus Kajaaninjoella sulfiittiselluloosatehtaan alapuolella. Vesihallituksen monistesarja 1984:225. Kajaani.
- Åman, P., Oilinki, P. Soralampi, H. 1981. Säännöstelyn vaikutus Kajaanin alueen rantoihin. Oulujärvitutkimuksia, raportti 5. Oulun yliopiston maantieteen laitos.

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA - sarja A

68. Porvoonjoen kuormitusselvitystyöryhmä; Lehtonen, Eija & Penttilä, Sirpa (toim.): Porvoonjoen kuormitusselvitys. Helsinki 1991.
69. Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri: Mikkelin läänin vesien hoito 1990-luvulla. Helsinki 1991.
70. Louekari, Kimmo; Saarikoski, Heli & Joki-Kokko, Eeva: Kadmium ympäristössä. Helsinki 1991.
71. Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri: Keski-Pohjanmaan vedet ja ympäristö. Helsinki 1991.
72. Freindling, Alexander & Heitto, Lauri: Primary production of inland waters. Helsinki 1991.
73. Pennanen, Jussi: Toutain Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen järjestelyn vaikutusalueella. Helsinki 1991.
74. Hildén, Mikael; Hakaste, Tapio; Korhonen, Pekka & Rahikainen, Eljas: Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen kalatalouden intressianalyysi. Helsinki 1991.
75. Ihme, Raimo; Heikkinen, Kaisa & Lakso, Esko: Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Helsinki 1991.
76. Pasanen, Jaana: Öljyisen maan ja jätteen mikrobiologinen puhdistus. Helsinki 1991.
77. Ihme, Raimo; Isotalo, Lauri; Heikkinen Kaisa & Lakso, Esko: Turvesuodatus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa.
Ihme, Raimo; Heikkinen Kaisa & Lakso, Esko: Laskeutusaltaiden toimivuuden parantaminen turvetuotantoalueiden valumavesien käsittelyssä.
Ihme, Raimo; Heikkinen Kaisa & Lakso, Esko: Turvetuotantoalueiden kuormituksen pidättäminen sarkaojiin. Helsinki 1991.
78. Rantala, Aulis (toim.): Vesistöjen kalkitus happamien sulfaattimaiden vaikutusalueella. Helsinki 1991.
79. Kiiminkijoen vesiensuojelusuunnittelun työryhmä; Hynninen, Pekka (toim.): Kiiminkijoen vesiensuojelusuunnitelma. Helsinki 1991.
80. Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri: Keski-Suomen kehittyvät vesivarat. Helsinki 1991.
81. Haapala, Kirsti & Eurén, Maija: Luonnonvesien ja jätevesien kiintoainemäärityksen ongelmista. Helsinki 1991.
82. Laine, Anne & Heikkinen, Kaisa: Turvetuotannon kalastovaikutukset. Helsinki 1991.
83. Vesihuoltolaitokset 31.12.1988 ja 31.12.1989. Helsinki 1992.
84. Sandman, Olavi; Turkia, Jaana & Huttunen, Pertti: Paleolimnologinen tutkimus metsäojituksen ja -lannoituksen vesistövaikutuksista Juupajoen Kalliojärvässä. Helsinki 1992.
85. Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri: Uudenmaan ja Etelä-Hämeen vedet. Helsinki 1991.
86. Roila, Tuija: Pienvesien happamoitumisen seuranta vuosina 1979 - 1989.
Roos, Jaana: Puskurikapasiteetin muutokset eräissä pienjärvissä vuosien 1937 - 48 ja 1988 välillä.. Helsinki 1992.
87. Ollikainen, Minna: Karjalan Pyhäjärven tila 1980-luvulla sedimentin piilevien ilmentämänä. Helsinki 1992.
88. Lepistö, Liisa: Planktonlevien aiheuttamat haitat. Helsinki 1992.
89. Rantakangas, Jorma: Perkauksen aiheuttaman kiintoainevirtaaman ennakointi. Helsinki 1992.
90. Kaijalainen, Erkki (toim.): Sonkajärven reitin vesien käytön yleissuunnitelma. Helsinki 1992.
91. Salo, Simo: The fate of chemicals spilled on water. A literature review of physical and chemical processes. Helsinki 1992.
92. Mäkirinta, Urho & Tolonen, Pasi: Vaalan Järvikylän järvien kasvillisuus järvien tilan kuvaajana. Helsinki 1992.
93. Mäkirinta, Urho: Muutoksia Alavetelin Isojärven kasvillisuudessa 1973 - 1981. Helsinki 1992.
94. Nakari, Tarja: Porvoon edustan merialueen meriveden vaikutuksista sumputettujen ja luonnonkalojen elintoimintoihin. Helsinki 1992.
95. Torpström, Heikki & Lappalainen, Matti: Järvien biomanipulaation perusteita ja käytännön mahdollisuuksia. Helsinki 1992.
96. Salonen, Seija; Frisk, Tom; Kärmeniemi, Tellervo; Niemi, Jorma; Pitkänen, Heikki; Silvo, Kimmo & Vuoristo, Heidi: Fosfori ja typi vesien rehevöittäjinä – vaikutusten arviointi. Helsinki 1992.
97. Assmuth, Timo; Strandberg, Tapio; Joutti, Anneli & Kalevi, Kirsti: Kemiallisesti saastuneiden maa-alueiden tutkimusmenetelmät. Helsinki 1992.
98. Kivimäki, Anna-Liisa: Tekopohjavesilaitokset Suomessa. Helsinki 1992.
99. Tanninen, Risto: Arvot ja asenteet Pyhäjoen vesiensuojelusuunnittelussa. Helsinki 1992.

100. Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri: Rautalammin reitin vene- ja retkisatamasuunnitelma. Helsinki 1992.
101. Eloheimo, Karri: Veneily ja sen ympäristövaikutukset. Helsinki 1992.
102. Sytyke 16. Sannholm, Gun & Söderström, Mirja: Entsyymikäsittelyn merkitys sulfaattimassan valkaisuissa. Helsinki 1992.
103. Sytyke 9. Raitio, Laura: Siistausprosessin ympäristökuormitus. Helsinki 1992.
104. Sytyke 17. Jantunen, Esko: Jätevesipäästötön paperitehdas. Helsinki 1992.
105. Sytyke 10. Lehtinen, K.-J. & Tana: Effects in mesocosms exposed to effluents from bleached hardwood kraft pulp mill. Helsinki 1992.
106. Hudd, Richard; Toivonen, Anna-Liisa & Wistbacka Ralf: Malax å fiskeriutredning. Helsinki 1992.
107. Rontu, Mika: Pohjaveden alkalointi kalkkikivisuodatuksella. Helsinki 1992.
108. Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri: Rautalammin reitti - Kansallisvesi. Helsinki 1992.
109. Sytyke 11. Junttila, Vesa: Sellutehtaan ympäristökuormitusten pienentäminen ja hallinta uudella tehdaslayoutilla. Helsinki 1992.
110. Sytyke 20. Kara, Mikko: Natrium- ja rikkitaseen säätömahdollisuuksia suomalaisessa sellutehtaassa. Helsinki 1992.
111. Kauppi, Marja: Repoveden alueen vesistöjen perusselvitys. Helsinki 1992.
112. Lindholm, Tapio (toim.): Sukkessiotutkimusten tuloksia Suomen ja SNTL:n luonnonsuojelualueilta. Helsinki 1992.
113. Sytyke 2. Hatakka, Annele; Valo, Marjatta & Lankinen, Pauliina: Puunjalostusteollisuuden jätevesien käsittely valkolahosienillä ja niiden entsyymeillä. Helsinki 1992.
114. Sytyke 19. Krogerus, Märten & Hynninen, Pertti: Sellu- ja paperiteollisuuden päästöjen käsittelyvaihtoehdot ja kustannukset. Helsinki 1992.
115. Hyvärinen, Pekka; Salojärvi, Kalervo; Pushkin, Sergei & Ahonen, Mikko: Kalojen vaellus Oulujärvestä Oulujokeen. Helsinki 1992.
116. Ettala, Matti & Koskela, Juhani: Kloorifenolipitoisten pohjavesien käsittely aktiivihiihluodatuksella ja aktiivilietemenetelmällä. Helsinki 1992.
117. Sytyke 6. Myrén, Bertel: Suomen metsäteollisuuden tila vuonna 1995. Helsinki 1992.
118. Lyly, Olavi: Torjunta-aineiden käytön kannattavuus ja ympäristöhaittojen vähentäminen. Helsinki 1992.
119. Sytyke 21. Laxén, Torolf: Organosolvkeitot. Helsinki 1992.
120. Sytyke 4. Pere, J; Thun, R; Alén, R; Kyllönen, H & Viikari, L: Metsäteollisuuden jätehuolto. Helsinki 1992.
121. Vesihuoltolaitokset 31.12.1990. Helsinki 1992.
122. Sytyke 14. Siitonen, Heikki; Wartiovaara, Jyrki & Kasanen, Pirkko: Sellu- ja paperitehdas-integraatin ympäristönsuojelutoimien hyötyjen ja haittojen arviointi - casetutkimus. Helsinki 1992.
123. Sytyke 22. Malinen, Raimo: Skenaarioanalyysi massan valmistuksen kehitysvaihtoehdoista. Helsinki 1992.
124. Sytyke 22A. Vasara, Petri: Skenaarioiden tuottaminen ja analyysi massanvalmistukselle Suomessa 1995 - 2010. Helsinki 1992.
125. Törttö, Heli; Kaakinen, Eero & Alasaarela, Erkki: Ympäristövaikutusten arviointi aluehallinnossa - esimerkkinä Oulun lääni. Helsinki 1992.
126. Ekholm, Matti: Suomen vesistöalueet. Helsinki 1992.
127. Aura, Erkki; Puustinen, Markku; Virtanen, Seija; Mikkola, Hannu; Luoma, Tarmo & Peltomaa, Rauno: Salaojitusmenetelmien vertailu Zaitsevon kenttäkokeessa. Helsinki 1992.
128. Sytyke 15. Puustinen, Jukka: Ravinteiden käytön optimointi metsäteollisuuden aktiivilietelaitoksissa.
Sytyke 3. Lammi, Reino & Pakarinen, Kauko: Typpiravinnelisäyksen vaikutus sellutehtaan aktiivilietelaitoksen toimintaan. Helsinki 1993.
129. Seppälä, Jyri: Ympäristöriskianalyysi teollisuudessa. Helsinki 1992.
130. Sytyke 18. Pihlaja, Kalevi (koordinaattori): Valkaistua sulfaattisellua valmistavan tehtaan jätevesien orgaanisen aineen hajoaminen ja ympäristövaikutukset. Helsinki 1993.
131. Lax, Hans-Göran; Koskeniemi, Esa; Sevola, Pertti & Bagge, Pauli: Tenojoen pohjaeläimistö ympäristön laadun kuvaajana. Helsinki 1993.

132. Sytyke 12. Kauppinen, Jyrki: Metsäteollisuuden hajuaineiden analytiikka ja seuranta. Helsinki 1993. Sytyke 5. Välttilä, Olli: Biolietteen poltto.
133. Sytyke 10A. Lehtinen, K-J: Ecological impact of pulp mill effluents. Helsinki 1993.
134. Hirvi, Juha-Pekka (toim.): Operatiivinen ajelehtimis- ja kulkeutumismalli merialueille. Helsinki 1993.
135. Nystén, Taina: Kärkölän likaantuneen pohjavesialueen geologia ja matemaattinen mallintaminen. Helsinki 1993.
136. Vesihuoltolaitokset 1991. Helsinki 1993.
137. Ullvén, Johanna: Simpukoiden soveltuvuudesta kloorifenolien tutkimiseen murtovedessä. Helsinki 1993.
138. Peura, Pekka: Happamoituminen Merenkurkun pienissä järvissä.
Peura, Pekka: Försumning av småsjöarna i Norra Kvarnen. Helsinki 1993
139. Huttunen, Leena & Soveri, Jouko: Luonnontilaisen roudan alueellinen ja ajallinen vaihtelu Suomessa. Helsinki 1993.
140. Kaatra, Kai & Marttunen, Mika (toim.): Oulujoen vesistön säännöstelyjen kehittämisselvitykset. Helsinki 1993.
141. Suomela, Tapani: Tuusulan kunnan Hyrylän pohjavesialueen suojelusuunnitelma. Helsinki 1993.
142. Kauppi, Lea (toim.): Itäisen Suomenlahden lintukuolemat keväällä 1992. Helsinki 1993.
143. Lahti, Kirsti; Lepistö, Liisa; Niemi, Jorma & Färdig, Michael: Eri vesilaitosten tehokkuus levien ja erityisesti syanobakteerien poistossa. Helsinki 1993.
144. Koskimies, Pertti: Population sizes and recent trends of breeding birds in the nordic countries. Helsinki 1993.
145. Alasaarela, Erkki; Hellsten, Seppo; Keränen, Reijo; Kurttila, Terttu & Riihimäki, Juha: Säännöstelyjen järvien rantojen kunnostuksen ja hoidon periaatteet - esimerkkinä Oulujoen vesistö. Helsinki 1993.
146. Korkka-Niemi, Kirsti; Sipilä, Annika; Hatva, Tuomo; Hiisvirta, Leena; Lahti, Kirsti & Alftan, Georg: Valtakunnallinen kaivovesitutkimus. Helsinki 1993.
147. Ruonala, Seppo (toim.): SYTYKE-ohjelman projektien yhteenvedot. Helsinki 1993.
148. Ruonala, Seppo (red.): Sammandrag av projekten i programmet SYTYKE. Helsinki 1993.
149. Ruonala, Seppo (ed.): Summaries of SYTYKE-projects. Helsinki 1993.
150. Niinioja, Riitta: Lietelannan levitys ja ravinteiden huuhtoutuminen. Helsinki 1993.
151. Hynninen, Pekka (toim.): Pyhäjoen vesiensuojelun yleissuunnitelma. Helsinki 1993.
152. Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri: Pohjois-Karjalan vedet ja ympäristö 1990-luvulla. Helsinki 1993.
153. Rathmayer, Hans & Juvankoski, Markku: Tiivistemattoina käytettävät geomembraanit - toiminta-vaatimukset ja materiaalinvalintakriteerit. Helsinki 1993.
154. Vertanen, Suvi: Elinkaarianalyysi ja pakkaukset. Helsinki 1993.
155. Ahtela, Irmeli: Porvoon edustan merialueen tila vuosina 1985 - 1991. Helsinki 1993.
156. Mroueh, Ulla-Maija: Orgaanisten liuotteiden käyttö Suomessa. Helsinki 1993.
157. Hudd, Richard; Leskelä, Ari & Kjellman, Jakob: Kyrönjoen alaosan kalatalousselvitykset vuosina 1980 - 1990. Helsinki 1993.
158. Hottola, Petri : Lintuvesiohjelma puntarissa - Linnustoselvitys Pohjois- Karjalan lintujärvillä. Helsinki 1993.
159. Luther, Annika: Muurahaiset ympäristön seurannassa. Kirjallisuusselvitys. Helsinki 1993.
160. Haatainen, Susanna; Hammar, Taina; Huovila, Juhani; Lahti, Erkki; Oksman, Heikki; Punju, Pirjo & Taipalinen, Irmeli: Hyalotheca dissiliens -koristelevän runsastumisen syistä Rautalammin reitillä. Helsinki 1993.
161. Turun vesi- ja ympäristöpiiri: Kiskonjoen luonnontaloudellinen kehittämissuunnitelma. Helsinki 1993.
162. Porvari, Petri; Verta, Matti: Elohopea ympäristössä ja tekoaltaissa - kirjallisuuskatsaus ja arvio Vuotoksen tekoaltaan hauen elohopeapitoisuuden kehittymisestä. Helsinki 1993.
163. Grönroos, Juha: Maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentäminen. Vähentämismenetelmien arviointitutkimus. Helsinki 1993.

ISBN 951-47-8407-3
ISSN 0786-9592